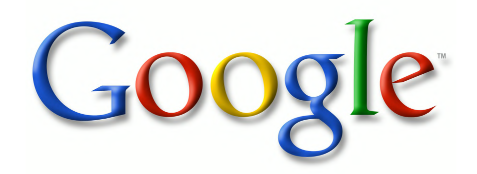
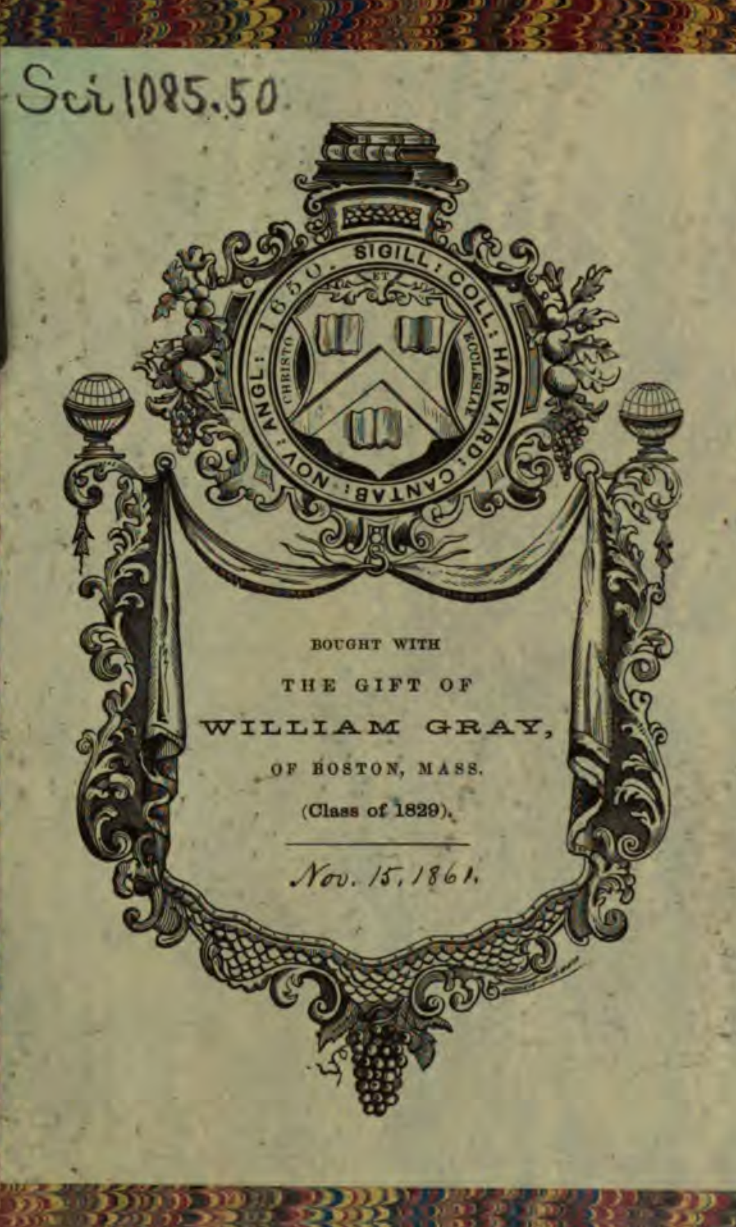
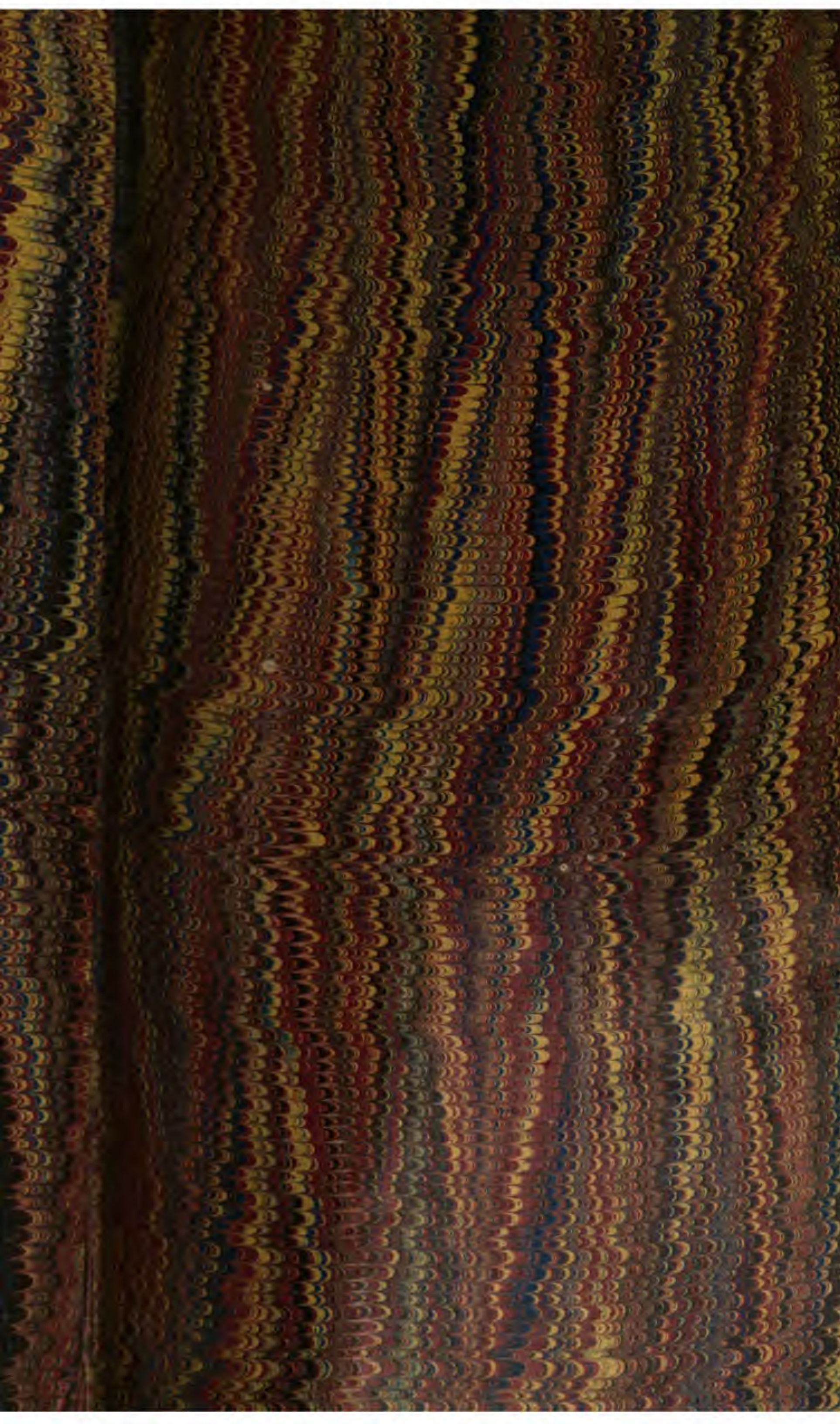

Google


SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE



Die

Fortschritte der Physik

im Jahre 1858.

Dargestellt

von

der physikalischen Gesellschaft zu Berlin.

XIV. Jahrgang.

Redigirt von Dr. O. Hagen.



Berlin.

Druck und Verlag von Georg Reimer.

1860.

15 Nov. [illegible]

Erklärung der Citate.

Ein Kreuz (†) bedeutet, dass der Berichterstatter den citirten Abdruck nachgelesen, ein Sternchen (*), dass der Berichterstatter sich von der Richtigkeit des Citats überzeugt hat.

Eine eingeklammerte (arabische) Zahl vor der (römischen) Bandzahl bezeichnet, welcher Reihe (Folge, Serie) einer Zeitschrift der betreffende Band angehört.

Zeitschriften, von welchen für jedes Jahr ein Band erscheint, sind nach dieser Jahreszahl citirt, welche von der Jahreszahl des Erscheinens manchmal verschieden ist.

Eine Zahl, welche zwischen der (römischen) Bandzahl oder der (arabischen) Jahreszahl und den (Anfangs- und End-) Seitenzahlen steht, bedeutet die verschiedenen Abtheilungen (Hefte, Nummern, Lieferungen u. s. w.) des betreffenden Bandes oder Jahrganges. Eine zweite Abtheilung ist immer von der zweiten neuen Paginirung an gerechnet. Wenn sich also die Paginirung einer zweiten Abtheilung an die der ersten anschliesst, so ist die Angabe der zweiten Abtheilung fortgelassen.

Der im Folgenden mitgetheilte Titel jeder Zeitschrift ist der des ersten für diesen Jahrgang excerpirten Bandes.

Manche nähere Angaben über die citirten Zeitschriften sind zu finden im Berl. Ber. 1852, p. VIII-XXIV und 1854. p. X-XII.

Abh. d. Berl. Ak. bedeutet: Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1857. Berlin 1858. 4.

Abh. d. Leipz. Ges. bedeutet: Abhandlungen der Königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. VI. (= Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe. IV.) Leipzig 1858. Lex.-8.

Abh. d. naturf. Ges. zu Görlitz bedeutet: Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz. VIII. Görlitz 1857.

Abh. d. naturf. Ges. zu Halle bedeutet: Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. IV. Halle 1858. gr. 8.

Amerik. Trans. bedeutet: Transactions of americain philosophical society held at Philadelphia. (2) IX. Part. I. Philadelphia 1857.

Ann. d. chim. bedeutet: Annales de chimie et de physique, par Chevreul, Dumas, Pelouze, Boussingault, Regnault, de Senarmont. Avec une revue des travaux de chimie et de physique publiés à l'étranger, par Wurtz et Verdet. (3) LII. Paris 1858. 8.

Ann. d. l'observ. d. Brux. bedeutet: Annales de l'observatoire Royal de Bruxelles, par A. QUETELET. XIII. Bruxelles 1858. gr. 4.

Ann. d. l'observ. phys. centr. d. Russie bedeutet: Annales de l'observatoire physique central de Russie, par A. T. KUPFFER. Année 1856. Saint-Pétersbourg. 4.

Ann. d. mines bedeutet: Annales des mines. Mémoires. (5) XIII. Paris 1858. 8.

Ann. d. Münchn. Sternw. bedeutet: Annalen der Königlichen Sternwarte bei München, von J. LAMONT. (2) X. München 1858. 8.

Arch. d. Pharm. bedeutet: Archiv der Pharmacie, eine Zeitschrift des allgemeinen deutschen Apothekervereins (Abtheilung Norddeutschland), von L. BLEY. (2) XCIII. Hannover 1858. 8.

Arch. d. sc. phys. bedeutet: Bibliothèque universelle de Genève. Archives des sciences physiques et naturelles. (2) I. Genève 1858. 8.

Arch. f. Artill. Off. bedeutet: Archiv für die Officiere der Königlich preussischen Artillerie und Ingenieurcorps. XLI. Berlin 1857. 8.

Arch. f. preuss. Landesk. bedeutet: Archiv für Landeskunde der preussischen Monarchie. V. 1858. Berlin. gr. 8.

Astr. Nachr. bedeutet: Astronomische Nachrichten, begründet von H. C. SCHUMACHER, herausgegeben von C. A. F. PETERS. XLVII. Altona 1858. gr. 4.

Athen. bedeutet: The Athenäeum, Journal of literature, science, and the fine arts. For the year 1858. London 1858. gr. 4.

Atti de' nuovi Lincei bedeutet: Atti dell' Accademia Pontifica de' nuovi Lincei. X. Roma. 4.

Ber. d. Freiburg. Ges. bedeutet: Berichte über die Verhandlungen der Gesellschaft für Beförderung der Naturwissenschaften zu Freiburg im Breisgau, von MAIER, ECKER und MUELLER. IV. Freiburg i. B. 1858. 8.

Ber. d. oberhess. Ges. bedeutet: Bericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. VI. Giessen 1857. 8.

Berl. Ber. bedeutet: Die Fortschritte der Physik im Jahre 1858. XIV. Berlin 1860. 8.

Berl. Monatsber. bedeutet: Monatsberichte der Königlichen preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1858. Berlin 1858. 8.

Brix Z. S. bedeutet: Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphenvereins, von P. W. BRIX. V. Berlin 1858. 4.

Bull. d. Brux. bedeutet: Bulletins de l'Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. (2) IV. Bruxelles 1858. 8.

Bull. d. Brux. Cl. d. sc. bedeutet: Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bulletins des séances de la Classe des sciences. 1858. Bruxelles 1858. 8.

Bull. d. l. Soc. d'enc. bedeutet: Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, par COMBES et PELIGOT. (2) V. Paris 1858. 4.

Bull. d. l. Soc. géol. bedeutet: Bulletin de la Société géologique de France. (2) XV. Paris 1858. 8.

Bull. d. l. Soc. vaud. bedeutet: Bulletin des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles. VI. Lausanne 1858. 8.

Bull. d. natural. d. Moscou bedeutet: Bulletin de la Société Impériale des naturalistes de Moscou. XXXI. Année 1858. Moscou 1858. 8.

Bull. d. St. Pét. bedeutet: Bulletin de la Classe physico-mathématique de l'Académie Impériale de St.-Pétersbourg. XVI. St.-Pétersbourg et Leipzig 1858. gr. 4.

Chem. C. Bl. bedeutet: Chemisches Centralblatt für 1858. (2) III. Leipzig. 8.

Cimento bedeutet: Il nuovo cimento, Giornale di fisica, di chimica e scienze affini, da C. MATTEUCCI e R. PIRIA. Anno IV. Tomo VII. Torino e Pisa 1858. 8.

Compte-rendu annu. bedeutet: Compte-rendu annuel adressé à S. Exc. M. DE BROCK, ministre des finances, par le directeur de l'observatoire physique central A. T. KUPFFER. 1857. St.-Pétersbourg 1858. gr. 4.

Cosmos bedeutet: Cosmos, revue encyclopédique hebdomadaire des progrès des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie, fondée par B. R. DE MONFORT, rédigée par MOIGNO. XII. Paris 1858. 8.

C. R. bedeutet: Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. XLVI. Paris 1858. 4.

Crelle J. bedeutet: Journal für die reine und angewandte Mathematik, von A. L. CRELLE, herausgegeben von C. W. BORCHARDT. LV. Berlin 1858. 4.

Dingler J. bedeutet: Polytechnisches Journal, von E. M. DINGLER. CXLII. 1858. Stuttgart und Augsburg. 8.

Edinb. J. bedeutet: The Edinburgh new philosophical Journal, exhibiting a view of the progressive discoveries and the improvements in the sciences and the arts, by T. ANDERSON, W. JARDINE, J. H. BALFOUR, H. D. ROGERS. (2) VII. Edinburgh 1858. 8.

Edinb. Trans. bedeutet: Transactions of the Royal Society of Edinburgh. XXII. Edinburgh 1858. gr. 4.

Erdmann J. bedeutet: Journal für praktische Chemie, von O. L. ERDMANN und G. WERTHER. LXXIII. Leipzig 1858. 8.

Erman Arch. bedeutet: Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland, von A. ERMAN. XVII. Berlin 1858. 8.

Götting. Nachr. bedeutet: Nachrichten von der Georg-Augusts-Universität und der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Vom Jahre 1858. Göttingen 1858. 16.

Greenwich obs. bedeutet: Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the Royal observatory, Greenwich, in the year 1854, by G. B. AIRY. London 1856. 4.

Grunert Arch. bedeutet: Archiv für Mathematik und Physik mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Lehrer an höheren Unterrichtsanstalten, von J. A. GRUNERT. XXX. Greifswald 1858. 8.

Henle u. v. Pfeufer bedeutet: Zeitschrift für rationelle Medicin, von J. HENLE und C. v. PFEUFER. (3) III. Leipzig und Heidelberg 1858. 8.

Jahrb. d. geol. Reichsanst. bedeutet: Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen geologischen Reichsanstalt. IX. 1858. Wien. Lex.-8.

Jahresber. d. Frankfurt. Ver. bedeutet: Jahresbericht des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. 1856-1857. Frankfurt 1857. 8.

Jahresber. d. schles. Ges. bedeutet: Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur für 1858. Breslau 1858. 4.

J. d. chim. méd. bedeutet: Journal de chimie médicale par M. A. CHEVALIER. (2) IV. 1858. Paris. 8.

J. d. pharm. bedeutet: Journal de pharmacie et de chimie. XXXIII. Paris 1858.

J. d. l'Éc. polyt. bedeutet: Journal de l'École Impériale polytechnique. Cahier 37. Tome XXI. Paris 1858. 4.

Inst. bedeutet: L'Institut, Journal universel des sciences et des Sociétés savantes en France et à l'étranger. Première section. Sciences mathématiques, physiques et naturelles. 1858. Paris. Folio.

J. of chem. Soc. bedeutet: The quarterly Journal of the chemical Society of London, by B. C. Brodie, T. Graham, A. W. Hofmann, J. Stenhouse. X. London 1858. 8.

Krit. Z. S. bedeutet: Kritische Zeitschrift für Chemie, Physik und Mathematik. Herausgegeben in Heidelberg von Kekulé, Lewinstein, Eisenlohr, Cantor. 1858. Heft 1-6. Erlangen 1858. 8.

Leipz. Ber. bedeutet: Berichte über die Verhandlungen der Königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Mathematisch-physische Classe. IX. 1857. Leipzig 1858. 8.

v. Leonhard u. Bronn bedeutet: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefactenkunde, von K. C. v. Leonhard und H. G. Bronn. 1858. Stuttgart 1858. 8.

Liebig Ann. bedeutet: Annalen der Chemie und Pharmacie, von F. Wöhler, J. Liebig und H. Kopp. CV. Leipzig und Heidelberg 1858. 8.

Liouville J. bedeutet: Journal de mathématiques pures et appliquées ou recueil mensuel de mémoires sur les diverses parties des mathématiques, par J. Liouville. (2) III. 1858. Paris 1858. 4.

Mech. Mag. bedeutet: The mechanics' Magazine, by R. A. Brooman. LXVIII. London 1858. 8.

Mém. cour. d. l'Ac. d. Belg. bedeutet: Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers, publiés par l'Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. XXIX. Bruxelles 1858. 4.

Mém. d. l. Soc. d. Cherbourg bedeutet: Mémoires de la société des sciences de Cherbourg. V. Cherbourg 1857. 8.

Mém. d. l. Soc. d. Liége bedeutet: Mémoires de la Société Royale des sciences de Liége. XIII. Liége 1858. 8.

Mém. d. sav. étr. bedeutet: Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences de l'Institut de France. XV. Paris 1858. 4.

Mem. of astr. Soc. bedeutet: Memoirs of the Royal astronomical Society. XXVII. London 1858. gr. 4.

Mem. of Manch. Soc. bedeutet: Memoirs of the literary and philosophical Society of Manchester. (2) XV. London 1858. 8.

Mémor. dell' Acc. di Torino bedeutet: Mémoire della Reale Accademia di Torino. (2) XVI. Torino 1857. 4.

Mitth. d. naturf. Ges. in Bern bedeutet: Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1857. Bern. 8.

Münchn. Abh. bedeutet: Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der Königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften. VIII. No. 2. München 1858. 4.

Münchn. gel. Anz. bedeutet: Gelehrte Anzeigen, herausgegeben von Mitglie-

dem der Königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften. XLVI. 1858. München. 4.

Nyt Magazin bedeutet: Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, ved C. Langberg. X. Christiania 1858. 8.

Öfvers. af Förhandl. bedeutet: Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens förhandlingar. 1858. Stockholm 1859. 8.

Overs. over Forhandl. bedeutet: Oversigt over det Kgl. danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger og dets Medlemmers Arbeider i Aaret 1857, af G. Forchhammer. Kjöbenhavn. 8.

Petermann Mitth. bedeutet: Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesammtgebiete der Geographie, von A. Petermann. 1858. Gotha. 4.

Phil. Mag. bedeutet: The London, Edinburgh, and Dublin philosophical Magazine and Journal of science, by D. Brewster, R. Taylor, R. Kane, W. Francis, J. Tyndall. (4) XV. 1857. London. 8.

Phil. Trans. bedeutet: Philosophical transactions of the Royal Society of London. For the year 1857. London. gr. 4.

Pogg. Ann. bedeutet: Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben zu Berlin von J. C. Poggendorff. CIII. Leipzig 1858. 8.

Polyt. C. Bl. bedeutet: Polytechnisches Centralblatt, unter Mitwirkung von J. A. Hülsse und W. Stein herausgegeben von G. H. E. Schnedermann und E. T. Böttcher. XXIV. für das Jahr 1858 = (2) XII. Leipzig. 4.

Proc. of Edinb. Soc. bedeutet: Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. IV. 1857-1858. Edinburgh 1858. 8.

Proc. of Roy. Soc. bedeutet: Proceedings of the Royal Society of London. IX. London 1857. 8.

Qu. J. of math. bedeutet: The quarterly Journal of pure and applied mathematics, by J. J. Sylvester, N. M. Ferrers, G. G. Stokes, A. Cayley, M. Hermite. II. London 1858. 8.

Rep. of Brit. Assoc. bedeutet: Report of the XXVIIth meeting of the british Association for the advancement of science, held at Dublin in August and September 1857. London 1858. 8.

Silliman J. bedeutet: The american Journal of science and arts, by B. Silliman, B. Silliman jun., J. D. Dana, A. Gray, L. Agassiz, W. Gibbs. (2) XXV. New Haven. 8.

Smithson. Rep. bedeutet: Smithsonian Report 1857. Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures, and condition of the Institution, for the year 1857. Washington 1858. gr. 8.

Tortolini Ann. bedeutet: Annali di scienze matematiche e fisiche, da B. Tortolini. IX. Roma 1858. 8.

Verh. d. naturf. Ges. in Basel bedeutet: Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. II. Basel 1858. 8.

Verh. d. naturh. Ver. d. Rheinl. bedeutet: Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westphalens. XV. = (2) V., von Budge. Bonn 1858. 8.

Verh. d. Presburg. Ver. bedeutet: Verhandlungen des Vereins für Naturkunde zu Presburg. 1858, von G. A. KORNHUBER. Presburg. 8.

Verh. d. Würzb. Ges. bedeutet: Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. IX. Würzburg 1858. 8.

Verh. z. Beförd. d. Gewerbfleisses bedeutet: Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, von SCHUBARTH. XXXVII. Berlin 1858. 4.

Vetensk. Ak. Handlingar bedeutet: Kongl. Vetenskaps-Akademiens handlingar för år 1856. Stockholm 1858. 8.

Wien. Ber. bedeutet: Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. XXVI. Wien 1858. 8.

Wien. Denkschr. bedeutet: Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. XV. Wien 1858. gr. 4.

Wolf Z. S. bedeutet: Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, von R. WOLF. III. Zürich 1858. 8.

Württemb. Jahresh. bedeutet: Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, von H. v. MOHL, T. PLIENINGER, W. MENZEL, F. KRAUSS. XIV. Stuttgart 1858. 8.

Z. S. d. geol. Ges. bedeutet: Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. IX. 1857. Berlin 1857. 8.

Z. S. f. Erdk. bedeutet: Zeitschrift für allgemeine Erdkunde, mit Unterstützung der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin herausgegeben von K. NEUMANN. (2) IV. Berlin 1858. 8.

Z. S. f. Math. bedeutet: Zeitschrift für Mathematik und Physik, von O. SCHLÖMILCH und B. WITZSCHEL. II. Leipzig 1858. 8.

Z. S. f. Naturw. bedeutet: Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften, herausgegeben von dem naturwissenschaftlichen Vereine für Sachsen und Thüringen in Halle, redigirt von C. GIEBEL und W. HEINTZ. XI. Berlin 1858. 8.

Nachrichten über die physikalische Gesellschaft.

Im Laufe des Jahres 1859 wurden folgende neue Mitglieder in die Gesellschaft aufgenommen:

Dr. Esselbach, Hr. Kruse, Dr. Rosenthal, Dr. P. du Bois-Reymond, Hr. O. Siemens.

Ausgeschieden sind:

Prof. Dr. Pflüger, Dr. A. Schlagintweit (†), Mechaniker Lüttig, so dafs am Ende des Jahres 1859 Mitglieder der Gesellschaft waren:

Hr. Dr. Aronhold.
— Artopé in Elberfeld.
— Prof. Dr. Beer in Bonn.
— Prof. Dr. Beetz in Erlangen.
— Oberlehrer Dr. Bertram.
— Prof. Dr. Beyrich.
— Prof. Dr. E. du Bois-Reymond.
— Dr. P. du Bois-Reymond.
— Dr. Brix.
— Prof. Dr. Brücke in Wien.
— Prof. Dr. Brunner in Wien.
— Gymnasiallehrer Burckhardt in Basel.
— Prof. Dr. Buys-Ballot in Utrecht.
— Prof. Dr. Clausius in Zürich.
— Prof. Dr. Clebsch in Karlsruhe.
— Cochius.
Hr. Prof. Dr. D'Arrest in Kopenhagen.
— Oberlehrer Dr. Dellmann in Kreuznach.
— Oberlehrer Dr. Dub.
— Dr. Dumas.
— Dr. Erdmann.
— Prof. Dr. Erman.
— Dr. Esselbach.
— Dr. Ewald.
— Prof. Dr. v. Feilitzsch in Greifswald.
— Prof. Dr. Fick in Zürich.
— Dr. Flohr.
— Dr. Förster.
— Dr. Franz.
— Dr. Friedländer.
— Director Dr. Grossmann in Schweidnitz.

Hr. Mechaniker Grüel.
— Dr. O. Hagen.
— Telegraphenfabricant Halske.
— Prof. Dr. Heintz in Halle.
— Prof. Dr. Helmholtz in Heidelberg.
— Apotheker Herz.
— Dr. d'Heureuse.
— Dr. Heusser in Brasilien.
— Dr. Jochmann.
— Dr. Jungk.
— Prof. Dr. G. Karsten in Kiel.
— Prof. Dr. Kirchhoff in Heidelberg.
— v. Kiréewsky in Rufsland.
— Prof. Dr. Knoblauch in Halle.
— Dr. Kremers in Bonn.
— Oberlehrer Dr. Krönig.
— Kruse.
— Dr. Kühne.
— Prof. Dr. Kuhn in München.
— Prof. Dr. Lamont in München.
— Dr. Lasch in Cöpenik.
— Dr. Liebe.
— Dr. Lieberkühn.
— Lomax in Cöpenik.
— Oberlehrer Dr. Luchterhandt.
— Prof. Dr. Ludwig in Wien.
— Lieut. Meyer.
— Hauptmann v. Morozowicz.
— Papierfabricant Müller.
— Dr. Neumann in Halle.
— Lieut. Oesterheld.
— Dr. Paalzow.
— General Palm.

Hr. Dr. Pitschner.
— Dr. Pringsheim.
— Prof. Dr. Quetelet in Brüssel.
— Geh. Med.-Rath Dr. Quincke.
— Dr. G. Quincke.
— Prof. Dr. Radicke in Bonn.
— Prof. Dr. Roeber.
— Dr. Röthig.
— Rohrbeck.
— Dr. Rosenthal.
— Dr. Roth.
— Dr. v. Russdorf.
— Prof. Dr. Schellbach.
— Dr. H. Schlagintweit.
— Dr. R. Schlagintweit.
— O. Siemens.
— Telegraphenfabricant Werner Siemens.
— Soltmann.
— Dr. Sonnenschein.
— Splitgerber.
— Dr. Spörer in Anklam.
— Dr. Strahl.
— Prof. Dr. Tyndall in London.
— Dr. Vettin.
— Prof. Dr. Virchow.
— Dr. Vögeli am Bodensee.
— Prof. Dr. Weierstrass.
— Weingarten.
— Oberlehrer Dr. Weissenborn.
— Prof. Dr. Werther in Königsberg.
— Prof. Dr. Wiedemann in Basel.
— Dr. Wilhelmy.
— Dr. Wüllner in Marburg.

Im fünfzehnten Jahre des Bestehens der physikalischen Gesellschaft wurden folgende Originaluntersuchungen von Mitgliedern in den Sitzungen vorgetragen:

1859.

21. Jan. — E. du Bois-Reymond. Ueber das elektromotorische Verhalten der Muskeln bei der Zusammenziehung.

4. Febr. — Hagen. Ueber die Absorption des Lichtes in Krystallen.

E. du Bois-Reymond. Ueber die Abhängigkeit der secundär-elektromotorischen Erscheinungen von den Dimensionen der innerlich polarisirbaren Körper.

18. Febr. — Dub. Das Gesetz der Vertheilung des freien Magnetismus auf der Längsrichtung des Magneten.

E. du Bois-Reymond. Erklärung einer von Hrn. Sauerwald an astatischen Nadelpaaren beobachteten Erscheinung.

W. Siemens. Nachweis, dafs der Wheatstone'sche automatische Telegraph nicht neu ist.

Wilhelmy. Ueber die Zähigkeit der Flüssigkeiten.

18. März. — Quincke. Ueber einen leicht herzustellenden Rheochord, und die Geschwindigkeit, mit welcher die elektrischen Ströme auftreten, die entstehen, wenn Wasser durch poröse Körper strömt.

24. Juni. — Quincke. Ueber die Verdichtung von Gasen und Dämpfen auf der Oberfläche fester Körper.

21. Oct. — E. du Bois-Reymond. Ueber nicht polarisirbare Elektroden.

W. Siemens. Ueber elektrische Versuche auf der Cheopspyramide.

— — Ueber ein Stromverzweigungsgesetz.

4. Nov. — Krönig. Ueber die blaue Flamme des Wasserstoffs.

16. Dec. — W. Siemens. Ueber die Vorzüge des Quecksilbers zu Widerstandsmaafsen.

30. Dec. — W. Heintz. Ueber zwei neue Reihen organischer Säuren.

Verzeichnifs der im Jahre 1859 für die physikalische Gesellschaft eingegangenen Geschenke.

Almanach der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1859. München.

Annuaire de l'Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. XXV. Bruxelles 1859.

Annual report of the board of regents of the SMITHSONIAN Institution for the year 1857. Washington 1858.

Berichte über die Verhandlungen der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Mathematisch-physische Classe. 1858. II, III. Leipzig 1858.

T. L. W. BISCHOFF. Ueber J. MÜLLER und sein Verhältnifs zum jetzigen Standpunkt der Physiologie. München 1858.

E. DU BOIS-REYMOND. De fibrae muscularis reactione ut chemicis visa est acida. Berolini 1859.

— — Ueber nicht polarisirbare Elektroden. (Berl. Monatsber.)

P. W. BRIX. Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphenvereins. 1858. No. 9-12; 1859. No. 1-9. Berlin 1858, 1859.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou. 1858. No. 4; 1859. No. 1, 2. Moscou 1858, 1859.

Bulletins des séances de la Classe des sciences de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Année 1858. Bruxelles 1859.

C. H. D. BUYS-BALLOT. Jets over een ring om de zon, door de astronomie vermoed en door de meteorologie nader aangewezen. (Verslagen en mededeelingen der koninklijken Akademie van wetenschappen.)

R. CLAUSIUS. Die Potentialfunction und das Potential. Ein Beitrag zur mathematischen Physik. Leipzig 1859.

A. CLEBSCH. Ueber das Gleichgewicht schwimmender Körper. (CRELLE J.)

Defence of Dr. GOULD by scientific council of the Dudley observatory. Third edition. Albany 1858.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. XV, XVI. Wien 1858, 1859.

Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. Naturvidenskabelig og mathematisk Afdeling IV. No. 2; V. No. 1. Kjöbenhavn 1859.

A. Erman. Archiv für wissenschaftliche Kunde von Rufsland. XVI-XVIII; XIX. No. 1. Berlin 1857-1859.

G. T. Fechner. Ueber ein wichtiges psychographisches Gesetz und dessen Beziehung zur Schätzung der Sterngröfsen. Leipzig 1858. (Abh. d. Leipz. Ges.)

G. Forchhammer. Oversigt over det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger og dets Medlemmers Arbeider i Aaret 1858. Kjöbenhavn.

A. Fuchs. Populäre naturwissenschaftliche Vorträge, gehalten im Verein für Naturkunde zu Presburg. I. Die Wärme; II. Ueber Gewitter. Presburg 1858.

Gelehrte Anzeigen, herausgegeben von Mitgliedern der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften. XLVI, XLVII. Januar bis Juni, Juli bis December 1858. München.

C. Giebel und W. Heintz. Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften, herausgegeben von dem naturwissenschaftlichen Vereine für Sachsen und Thüringen in Halle. VII-IX, XII. Berlin 1856-1858.

B. A. Gould. Reply to the „Statement of the trustees" of the Dudley observatory. Albany 1859.

O. Hagen. Ueber die Absorption des Lichtes in Krystallen. (Pogg. Ann.)

W. G. Hankel. Elektrische Untersuchungen. Vierte Abhandlung. Ueber das Verhalten der Weingeistflamme in elektrischer Beziehung. Leipzig 1859. (Abh. d. Leipz. Ges.)

W. Hofmeister. Neue Beiträge zur Kenntnifs der Embryobildung der Phanerogamen. I. Dikotyledonen mit ursprünglich einzelligem, nur durch Zellentheilung wachsendem Endosperm. Leipzig 1859. (Abh. d. Leipz. Ges.)

Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt. 1854. No. 3, 4; 1858. No. 1, 3, 4; 1859. No. 1, 2. Wien.

Jahresbericht des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. für das Rechnungsjahr 1857-1858.

E. Jochmann. Beiträge zur Theorie der Gase. Separatabdruck aus dem Osterprogramm des Kölnischen Realgymnasii für 1859. Berlin 1859.

H. Knoblauch. Ein Paar optischer Vorlesungsversuche. (Pogg. Ann.)

— — Ueber die Interferenz der Wärme. (Berl. Monatsber.)

G. A. Kornhuber. Beitrag zur Kenntnifs der klimatischen Verhältnisse Presburgs. Presburg 1858.

— — Verhandlungen des Vereins für Naturkunde zu Presburg. III. 1858. No. 1, 2. Presburg.

K. Kreil. Anleitung zu den magnetischen Beobachtungen. Zweite vermehrte Auflage. Wien 1858.

A. T. Kupffer. Annales de l'observatoire physique central de Russie. Années 1855, 1856. St.-Pétersbourg 1857, 1858.

— — Compte-rendu annuel de l'observatoire physique central. Année 1857. St.-Pétersbourg 1858.

J. Lamont. Annalen der königlichen Sternwarte bei München. (2) X. München 1858.

G. Lawson. Papers read to the botanical Society of Edinburgh. Edinburgh 1858.

A. Le Jolis. Mémoires de la Société impériale des sciences naturelles de Cherbourg. V. Paris et Cherbourg 1858.

v. Martius. Erinnerung an Mitglieder der mathematisch-physikalischen Classe der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1859.

Memoirs of the literary and philosophical Society of Manchester. (2) XV. No. 1. London and Paris 1858.

Memoirs of the royal astronomical Society. XXVII for the session 1857-1858. London 1859.

Monatsberichte der königlichen preufsischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1858. Nov., Dec.; 1859. Jan.-Oct. Berlin 1858, 1859.

Monthly notices of the royal astronomical Society from November 1857, to July 1858. XVIII. London 1858.

Monumenta saecularia, herausgegeben von der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften zur Feier ihres hundertjährigen Bestehens am 28. März 1859. München.

Observations des phénomènes périodiques. (Mém. d. Brux. XXXI.)

Osann. Erklärung der Absorption des Lichtes nach der Undulationstheorie. Ueber den activen und passiven Zustand des Sauer- und des Wasserstoffes. (Verh. d. Würzb. Ges.)

— — Numerische Bestimmungen hinsichtlich des Ozonwasser- und des Ozonsauerstoffes. (Verh. d. Würzb. Ges.)

Philosophical transactions of the royal Society of London for the year 1858. CXLVIII. London 1859.

Proceedings of the literary and philosophical Society of Manchester. No. 1-14.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh. Session 1857-58. IV. No. 48.

Proceedings of the royal Society of London. IX. No. 32-34; X. No. 35, 36.

Ramchundra. Treatise on problems of maxima and minima, solved by algebra. London 1859.

Report of the joint committee of the royal Society and the british Association for procuring a continuance of the magnetic and meteorological observatories.

A. Reslhuber. Untersuchungen über den Druck der Luft. Ein Beitrag zur Klimatologie Oberösterreichs. Linz 1858.

H. und R. Schlagintweit. Officielle Berichte über die letzten Reisen und den Tod von A. Schlagintweit in Turkistan. Berlin 1859.

C. F. Schoenbein. Beiträge zur nähern Kenntnifs des Sauerstoffes. München 1858. (Münchn. Abh.)

Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. 1857. No. 10; 1858. No. 16-29; 1859. No. 1-9. Wien 1858, 1859.

E. Smith. Researches into the phenomena of respiration. (British medical journal.)

J. v. Soldner und J. Lamont. Meteorologische Beobachtungen, aufgezeichnet an der königlichen Sternwarte bei München in den Jahren 1825 bis 1837. II. Supplementband zu den Annalen der Münchener Sternwarte. München 1857.

The royal Society, 30th November, 1858.

J. Tyndall. On the physical phenomena of glaciers. Part I. Observations on the mer de glace. (Phil. Trans.)

Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. X. No. 1. Würzburg 1859.

A. Vogel. Experimentelle Beiträge zur Beurtheilung hygrometrischer Methoden. München 1857. (Münchn. Abh.)

Wrottesley. Address delivered at the anniversary meeting of the royal Society on November 30, 1858. London 1858.

A. Wüllner. Ueber Elektricitätsentwicklung beim Lösen von Salzen. (Pogg. Ann.)

— — Entgegnung auf die Erwiderung des Hrn. Kirchhoff. (Pogg. Ann.)

Inhalt[1]).

Erster Abschnitt.

Allgemeine Physik.

Seite

1. Molecularphysik.

[1]) Ueber die mit einem Sternchen (*) bezeichneten Aufsätze ist kein Bericht erstattet.

2. Adhäsion.

3. Capillarität.

4. Diffusion.

5. Dichtigkeit und Ausdehnung.

6. Maafs und Messen.

7. Mechanik.

9. Aeromechanik.

10. Elasticität fester Körper.

11. Veränderungen des Aggregatzustandes.

A. Gefrieren, Erstarren, Schmelzen.

Zweiter Abschnitt.

Akustik.

12. Physikalische Akustik.

Dritter Abschnitt.

Optik.

13. Theoretische Optik.

17. Intensität des Lichtes. Photometrie.

18. Interferenz, Polarisation, krystallographische Optik.

22. Physiologische Optik.

Vierter Abschnitt.

Wärmelehre.

23. Theorie der Wärme.

Seite

25. Wärmeleitung.

26. Specifische und gebundene Wärme.

27. Strahlende Wärme.

Fünfter Abschnitt.

Elektricitätslehre.

28. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

29. Elektricität durch Reibung und Contact.

32. Allgemeine Theorie der galvanischen Kette.

37. Elektrodynamik.

A. Bewegungserscheinungen in der galvanischen Kette.

38. Elektromagnetismus.

39. Eisenmagnetismus.

40. Magnetisches Verhalten der Körper.

41. Anhang zur Elektricitätslehre:

Die Fortschritte der Elektrophysiologie in den Jahren 1854-1858.

A. Entwicklung der Elektricität in Organismen.

1. In Pflanzen.

2. In Thieren.

a) Nerven- und Muskelstrom und negative Schwankung desselben.

Sechster Abschnitt.

Physik der Erde.

42. Meteorologische Optik.

43. Atmosphärische Elektricität.

44. Erdmagnetismus.

45. Meteorologie.

A. Temperatur.

46. Physikalische Geographie.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Physik.

1. Molecularphysik.

Grove. Impressions moléculaires produites par la lumière et l'électricité. Cosmos XII. 427-430†.

Ein kurzer Auszug aus einem Vortrage des Hrn. Grove, in welchem derselbe zahlreiche, meist anderweitig bekannte Beispiele der molecularen Wirkungen, welche Licht und Elektricität hervorbringen, zusammengestellt hat. Dafs auf einer Spiegelglasplatte die mit Verzierungen aus Blattgold belegt, dahinter mit einer Gypsschicht überzogen gewesen war, nach sorgfältiger Entfernung der gesammten Belegung beim Behauchen diese Figuren wieder sichtbar wurden, wird einer elektrischen Einwirkung zugeschrieben. Hr. Grove fafst das Resultat seiner Erörterungen in dem Ausspruche zusammen, dafs man diesen Thatsachen gegenüber die sogenannten Imponderabilien nicht länger als von der Materie in ihrer Wesenheit verschiedene Fluida, sondern nur als verschiedene Formen der Bewegung und als Kräfte, welche auf die gewöhnliche Materie in verschiedenen Dichtigkeitszuständen einwirken, betrachten könne. *Wi.*

M. A. Gaudin. Morphogénie moléculaire. Inst. 1858. p. 409-410†.

Hr. Gaudin hatte den Auftrag eine Collection seiner Molecüle in Relief für die Smithsonian Institution anzufertigen, dies veranlafste ihn zu neuen Untersuchungen, durch welche er seine im

Berl. Ber. 1857. p. 4 in der Kürze angedeutete Theorie über den Zusammenhang der Krystallgestalt und der chemischen Zusammensetzung bestätigt fand. Er glaubt, dafs diese Theorie Aufschlufs geben könne über die Anzahl der Atome, aus deren Vereinigung das geometrisch regelmäfsige Molecül, welches als Element der Krystallgestalt zu betrachten ist, hervorgeht. Ist nämlich die chemische Zusammensetzung des Atoms bekannt, so hat man dieselbe so vielmal zu nehmen, dafs aus der Vereinigung der Bestandtheile die durch die beobachteten Krystallbildungen geforderte Elementargestalt nach den Principien der Theorie construirt werden kann. Diese Aufgabe kann im Allgemeinen nur auf eine Weise gelöst werden und zwar mit um so gröfserer Sicherheit, je complexer die Verbindung ist, daher hat der Verfasser seine Betrachtungsweise auch namentlich auf Körper angewendet, die aus der Vereinigung einer grofsen Anzahl von elementaren Atomen entstanden sind. Beispielweise wird gezeigt, dafs die elementare Krystallgestalt des Herschelits, ein regelmäfsiges hexaedrisches Prisma, nur dann aus den Bestandtheilen construirt werden kann, wenn man die Zusammensetzungsformel des Atoms versechsfacht, also annimmt dafs sechs Atome zum Molecül vereinigt sind. *Wi.*

F. W. K. Gensler. Ueber die geometrischen Eigenschaften der gravitas acceleratrix Newton's und ihre Consequenzen für die Atomlehre. Grunert Arch. XXX. 1-10†.

Der Verfasser zeigt, dafs man nach den Grundprincipien der Newton'schen Gravitationstheorie die bekannte Thatsache, dafs alle Körper in demselben Abstande vom Erdmittelpunkte gleich schnell fallen, nur aus der Annahme erklären könne, dafs die absolute Dichte der Masseneinheiten constant sei. Setzt man nämlich die Sollicitation durch die Erdanziehung, welche in der Einheit des Abstandes auf jede Volumeinheit, abgesehen von ihrer Erfüllung durch Materie, wirkt, $= k$ (der Verfasser führt hierfür den besonderen Ausdruck der Schwerecapacität ein), die absolute Dichte der Masseneinheit $= d$, so hat man, wie sich leicht zeigen läfst, folgendes Verhältnifs für die Beschleunigungen zweier

Körper durch die Schwere $c:c' = \frac{k}{d}:\frac{k'}{d'}$. Soll nun bei gleichem Abstande von dem Centrum, gegen welches die Körper gravitiren, $c = c'$ sein, so muſs, wenn nicht k von k' verschieden ist, $d = d'$ sein.

Wäre k nicht constant, vielmehr mit der Anzahl der Massenelemente in der Volumeinheit veränderlich und dieser proportional, so müſste bei Zunahme der Verdichtung auf das $n$fache das Gewicht der Volumeinheit nicht $n$mal, sondern n^2 mal so groſs werden, was durch die Erfahrung widerlegt wird. Demnach sei es mit der Constanz der Fallgeschwindigkeit unvereinbar, wenn manche Mathematiker (LAPLACE, EULER etc.) der Meinung sind, daſs die letzten Elemente der Körper eine verschiedene Dichtigkeit besitzen können. Diese irrige Ansicht entstehe aus einer Verwechslung jener letzten Elemente mit materiellen Punkten, welchen allerdings alle Eigenschaften der Materie, deren durch eine Abstraction zum Behuf der mathematischen Behandlung eingeführte Differentiale sie sind, beigelegt werden müssen.

Wenn nun aber bei constanter Dichte der Massenelemente die Körper doch bekanntlich verschiedenes specifisches Gewicht besitzen, so ist dies nur daraus zu erklären, daſs der Raum durch die Materie nicht continuirlich erfüllt ist, vielmehr die Elemente der letzteren durch leere Zwischenräume getrennt sind. — Der Verfasser sieht in dieser Folgerung eine Bestätigung der Atomtheorie und berechnet unter Benutzung der specifischen Gewichte des Platins und des Wasserstoffs, indem er ersteres, als den schwersten aller bekannten Körper, als continuirliche Masse betrachtet, das Verhältniſs der leeren Zwischenräume zum erfüllten Raum für letzteren. *Wi.*

DUMAS. Note sur les équivalents des corps simples. C. R. XLVI. 951†; Cimento VIII. 14-16.

S. CANNIZARO. Osservazioni sulla nota di DUMAS intorno gli equivalenti dei corpi semplici. Cimento VIII. 16-17†.

Hr. DUMAS theilt einige Bemerkungen mit über die gegenseitigen Beziehungen des Aequivalentengewichts einfacher Körper, zu denen er bereits gelangt sei, obschon er die unternommene

Revision derselben noch nicht beendigt habe. — Von den untersuchten Körpern hatten 22 ein Aequivalentengewicht, welches ein Vielfaches von dem des Wassers war, dagegen war das Aequivalentengewicht bei 7 andern ein Vielfaches von der Hälfte, endlich bei dreien ein Vielfaches von dem Viertel des Wasserstoffäquivalents.

Hiergegen erinnert Hr. Cannizaro, daſs man nach den theoretischen Auffassungen, von welchen Dumas ausgeht, nicht sowohl die Aequivalente als vielmehr die Atomgewichte, wie sie sich unter Berücksichtigung der Wärmecapacitäten und der Dampfdichten ergeben, mit einander vergleichen müsse, um Beziehungen zwischen ihnen zu entdecken. Demnach behalten unter den von Dumas angeführten Substanzen nur Wasserstoff, die Salzbilder, Stickstoff, Phosphor, Arsenik, Antimon, Bor, Kalium, Natrium, Lithium und Silber den angenommenen Werth des Atomgewichts, für Kohlenstoff, Silicium und die übrigen Metalle muſs die angegebene Zahl verdoppelt werden. Dadurch wird natürlich die obenerwähnte Eintheilung eine andere, wobei die letzte Klasse ganz fortfällt. *Wi.*

Dumas. Mémoire sur les équivalents des corps simples. C. R. XLVII. 1026-1034†; Liebig Ann. CVIII. 324-326; Chem. C. Bl. 1859. p. 169-171.

Hr. Dumas macht auf eine gewisse Beziehung zwischen den Radikalen der organischen Chemie und den bisher als unzerlegbar betrachteten Elementen der anorganischen Chemie aufmerksam. — Man hat mehrfach versucht, die letzteren nach einer unter ihnen bestehenden Verwandtschaft in Familien zu gruppiren. Hr. Dumas stellt als Kriterium der Verwandtschaft Folgendes auf:

Für diejenigen nicht metallischen Körper, welche sich mit Wasserstoff verbinden, den Charakter dieser Verbindungen, das Verhältniſs der Volume und die Condensation bei der Vereinigung.

Für die Metalle und überhaupt für die sich nicht mit Wasserstoff verbindenden Elemente, den Charakter ihrer Chlorverbindungen und womöglich das Volumverhältniſs und die Condensationsweise bei Bildung der letzteren.

Diese Classification läſst sich zwar noch nicht ganz durch-

führen, weil es vielfach an den erforderlichen Beobachtungsdaten fehlt, jedoch ist es gelungen, einige so begründete Reihen aufzustellen. Hier zeigt sich nun, dafs zwischen den Atomgewichten homologer Glieder paralleler Reihen eine constante Differenz besteht, ebenso wie zwischen den Gliedern paralleler Reihen organischer Verbindungen. So ist die Differenz der Atomgewichte zwischen je zwei homologen Gliedern der beiden Reihen: Fluor, Chlor, Brom, Jod und: Stickstoff, Phosphor, Arsenik, Antimon gleich 5, die Differenz zwischen den Gliedern der beiden Reihen: Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, Blei und: Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur, Osmium gleich 4. Dem entsprechend findet sich eine constante Differenz gleich 3 zwischen je 2 homologen Gliedern der parallelen organischen Verbindungsreihen:

Ammonium,	Methylium,
Methylammonium,	Aethylium,
Aethylammonium,	Propylium,
Propylammonium etc.	Butylium etc.

Danach erscheint es nun dem Verfasser wahrscheinlich, dafs ebenso wie bei letzteren beiden Reihen auch im Falle der sogenannten Elemente der constanten Differenz des Atomgewichts eine constante Differenz der Zusammensetzung entsprechen werde, woraus dann folgt, dafs jene noch nicht als wahre Elemente, sondern nur als für unsere Hülfsmittel unzerlegbar betrachtet werden müssen. Dieser Ansicht war, wie Hr. Dumas nachweist, bereits Lavoisier, welche nur Wärme, Licht, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff für wahre Elemente hielt.

Schliefslich spricht der Verfasser, wohl im Hinblick auf die neuerdings von Despretz gemachten Versuche, die Ansicht aus, dafs man nicht hoffen dürfe, eine Zerlegung der bisher für einfach gehaltenen Substanzen durch die gewöhnlichen physikalischen und chemischen Mittel hervorzurufen, dafs es vielmehr zu diesem Behufe ganz neuer Methoden bedürfe, deren Erfindung der Genialität eines der seltenen Männer vorbehalten sein möge, die nur in langen Zwischenräumen zur Bereicherung und Erweiterung der Wissenschaft auftreten. *Wi.*

D. Mendelejef. Ueber den Zusammenhang einiger physikalischen Eigenschaften der Körper mit ihren chemischen Reactionen. Chem. C. Bl. 1858. p. 833-839†, p. 849-859†; Bull. d. St. Petersb. Cl. phys. math. XVII. 168-170.

Bei einer jeden chemischen Action gilt die Gleichung $\Sigma P_1 = \Sigma P_2$ d. h. die Summe der Gewichte der wirkenden Körper ist gleich der Summe der Gewichte der Producte. Der Verfasser ging von der Vermuthung aus, dafs eine entsprechende Gleichung auch für andere physikalische Eigenschaften der in chemische Actionen eintretenden Factoren Geltung haben möchte. Eine Verschiedenheit mufs aber in dieser Beziehung obwalten für die verschiedenen Formen der chemischen Action, für Zusammensetzung, Substitution und Zersetzung, welche man schon lange unterschieden hat, ohne sie genau zu charakterisiren.

Der Verfasser sucht zunächst diesen Unterschied scharf zu bestimmen. Er nennt Zusammensetzung denjenigen chemischen Vorgang, durch welchen die Zahl der Molecüle vermindert wird, Substitution (welche Substitution durch Copulirung, durch Metalepsie oder doppelte Zersetzung sein kann) denjenigen, bei welchem die Anzahl der Molecüle unverändert bleibt, Zersetzung jeden mit einer Vergröfserung dieser Anzahl verbundenen chemischen Akt. Um die Verbindungsakte demgemäfs klassificiren zu können, mufs er das Gewicht des einfachen Molecüls feststellen, zu dem Ende legt er die Annahme von Gerhardt zu Grunde, wonach das Volum eines Molecüls einer gasförmigen Substanz nahezu gleich ist dem vierfachen Volum von 1 Aequivalent Sauerstoff. Dem entsprechend ist nun auch, da die Dampfvolumina der Molecüle aller Körper gleich sind, bei der Zusammensetzung die Summe der Dampfvolumina nach dem chemischen Akt kleiner, bei der Zersetzung gröfser als vorher, bei der Substitution bleibt sie unverändert.

Für die Substitutionen ergeben sich überdies, wie an einer grofsen Anzahl mitgetheilter Fälle nachgewiesen wird, folgende weitere Beziehungen zwischen den physikalischen Verhältnissen vor und nach der chemischen Action:

Bei allen Substitutionen ist die Summe der specifischen Volume vor und nach dem chemischen Vorgang angenähert gleich,

also ΣV_1 nahe $= \Sigma V_2$. Dies kann, wie an einigen Beispielen gezeigt wird, benutzt werden um das noch unbekannte specifische Volum und demnächst auch das specifische Gewicht einer Verbindung durch Rechnung zu finden.

Bei den Zusammensetzungen ist, wie an mehreren Beispielen nachgewiesen wird, ΣV_1 bedeutend gröfser als ΣV_2, bei der Zersetzung umgekehrt $\Sigma V_2 > \Sigma V_1$; hiernach kann in vielen Fällen entschieden werden, welcher Art der chemische Vorgang war.

Bei den Substitutionen ist $\Sigma V_1 - \Sigma V_2$ bald positiv, bald negativ, die chemische Action vollzieht sich nur schwierig, wenn diese Differenz negativ ist, bei positivem Werth derselben mit Leichtigkeit und schon in gewöhnlicher Temperatur.

Bei Substitution durch Copulirung (Substitution durch Aufnahme ganzer Radikale) ist die Summe der Siedpunkte vor und nach dem Akt wenig verschieden, bei Substitution durch Metalepsie (Aufnahme von Bestandtheilen der Radikale) erhöht sich die Summe der Siedpunkte durch den chemischen Akt bedeutend (dem entspricht auch eine gröfsere Verminderung der specifischen Volume); bei Zusammensetzungen findet ebenfalls eine bedeutende Erhöhung der Summe der Siedpunkte, bei Zersetzungen dagegen eine Verminderung dieser Summe statt.

Bei Substitution ist ferner die Summe der Wärmecapacitäten der wirkenden Substanzen nahezu gleich derselben Summe für die entstandenen Producte. — Die Berücksichtigung dieser Beziehungen kann dazu dienen, die Frage: ob Substitution oder Zusammensetzung stattgefunden hat, zu entscheiden, mithin einen Anhalt geben zur Aufstellung rationeller Formeln. *Wi.*

J. REGNAULD. Études relatives au phénomène désigné sous le nom du mouvement Brownien. J. d. pharm. (3) XXXIV. 141-141†.

Der Verfasser hat die sogenannten BROWN'schen Bewegungen zum Gegenstand mikroskopischer Untersuchungen gemacht. Indem er mit 500facher Linearvergröfserung arbeitete, fand er, dafs die Kügelchen von $\frac{1}{2000}$ mm Radius sich durch eine Weglänge von $\frac{1}{200}$ mm bewegten. — Wurde das auffallende Sonnenlicht

durch Einschaltung eines dunklen Glases vor den Objectträger des Mikroskops geschwächt, so erschien die Bewegung verlangsamt.

Der Verfasser ist der Meinung, dafs diese Bewegungen durch Strömungen in der Flüssigkeit in Folge der Erwärmung der festen Körperchen durch das Sonnenlicht hervorgerufen werden.

Wi.

H. Rose. Ueber die Lichterscheinung, welche gewisse Substanzen beim Erhitzen zeigen. Berl. Monatsber. 1858. p. 113-118; Chem. C. Bl. 1858. p. 297-300; Pogg. Ann. CIII. 311-330†; Erdmann J. LXXIII. 390-395; Inst. 1858. p. 224-225; Ann. d. chim. (3) LV. 125-128.

Regnault, der bei seinen betreffenden Untersuchungen nachgewiesen hatte, dafs ein und dieselbe Substanz in verschiedenen Dichtigkeitszuständen eine verschiedene specifische Wärme haben kann, vermuthete, dafs das plötzliche Erglühen gewisser Oxyde (Chromoxyd, Zirkonerde, Titansäure, Tantalsäure, die Säuren des Niobs und mehrere antimonsaure Salze) beim Erhitzen durch eine Temperaturerhöhung in Folge plötzlicher Aenderung der Wärmecapacität bedingt werde. Der experimentelle Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht ist nicht so leicht zu führen, als es scheinen könnte, da die genannten Oxyde alle im Hydratzustande dargestellt werden und die letzten Antheile ihres Hydratwassers erst kurz vor dem Erglühen verlieren. Will man das Wasser durch wiederholtes gelindes Erwärmen entfernen, so tritt die Lichterscheinung bei stärkerer Erhitzung gewöhnlich nicht mehr ein.

Dagegen läfst sich die erforderliche Bestimmung der Wärmecapacität vor und nach dem Erglühen der in ihrer Zusammensetzung unveränderten Substanz bei gewissen, kein Wasser enthaltenden Mineralien, welche ebenfalls die Erscheinung des plötzlichen Erglühens zeigen, mit Leichtigkeit ausführen. Zu diesen gehören der Gadolinit und der Samarskit, an welchen Hr. Rose die betreffende Untersuchung anstellte, und zwar wählte er den letzteren (ein Niobsäure und Uranoxyd enthaltendes Mineral aus dem Granit des sibirischen Ilmengebirges), weil derselbe nicht, wie nach Scherer's Beobachtung die andern Mineralien,

nach dem Erglühen eine Verdichtung, sondern vielmehr eine Verminderung des specifischen Gewichts wahrnehmen läfst.

Gadolinit und Samarskit zeigten nun auch in Beziehung auf die Wärmeverhältnisse einen Gegensatz des Verhaltens. — Der Gadolinit besafs vor dem Glühen ein specifisches Gewicht von 4,108 bis 4,206, nachher von 4,284 bis 4,319. Seine schwarze Farbe war nach dem Erglühen in eine lichtgraugrüne übergegangen. Die Bestimmung der specifischen Wärme wurde nach der bekannten Mischungsmethode ausgeführt, die erhaltenen Resultate haben aber, weil keine Correcturen wegen der Gefäfse und wegen des Wärmeverlustes nach Aufsen angebracht wurden. keine absolute, vielmehr nur relative Bedeutung, welche hier, wo es nur auf eine Vergleichung ankam, genügte.

Vor dem Glühen fand sich die specifische Wärme im Mittel aus 12 Bestimmungen = 0,138, nach dem Glühen bedeutend niedriger = 0,128. — Anders verhielt sich der Samarskit. Bei diesem wurde das specifische Gewicht vor dem Glühen = 5,601 bis 5,715, nach dem Glühen = 5,3736 bis 5,485 gefunden, das äufsere Ansehen blieb unverändert, die Bestimmung der Wärmecapacität ergab diese vor dem Glühen im Mittel = 0,10066, nach dem Glühen im Mittel = 0,096 also wenn überhaupt, doch nur sehr wenig verändert. — Samarskit, welcher mehrmals mit warmem Wasser behandelt worden war, hatte dadurch die Eigenschaft des plötzlichen Erglühens verloren.

In dem Verhalten der beiden Substanzen beim plötzlichen Erglühen zeigte sich aber noch ein anderweitiger Gegensatz. Als nämlich der Gadolinit in einem Glasrohr erhitzt wurde, dessen Oeffnung mit einem langen, unter Flüssigkeit mündenden Thermometerrohr communicirte, trat während des Erglühens zum Beweis einer gleichzeitig stattfindenden Wärmeentbindung eine lebhafte Steigerung der Luftentwicklung ein, dasselbe zeigte sich beim plötzlichen Erglühen des Chromoxyds und der Titansäure, wenn schon in geringerem Grade. Eine solche Wärmeentbindung beim Erglühen konnte bei Versuchen, die auf dieselbe Weise mit Samarskit angestellt wurden, nicht nachgewiesen werden. — Der Verfasser stellt die Behauptung auf, dafs hier die beim Erglühen in Folge allotroper Umwandlung freiwerdende Wärme nicht zur

Temperaturerhöhung, sondern zur Volumausdehnung verwendet werden möge. Er weist in dieser Beziehung auf ein analoges Verkommen bei der arsenigen Säure hin.

Die Krystalle der letzteren schiefsen bekanntlich aus einer Auflösung der glasartigen Modification in Salzsäure mit Lichtentwicklung an, auch dabei konnte keine Wärmeentbindung wahrgenommen werden, wenigstens stieg eine gefärbte Flüssigkeit in dem gebogenen Thermometerrohr, in welches das die erkaltende Auflösung enthaltende Gefäfs endete, ganz allmälig und ohne stofsweise Unterbrechungen auf, während die Krystalle der Säure sich bildeten. Nach Guibourt ist aber das specifische Gewicht der glasartigen arsenigen Säure = 3,738, das der porcellanartigen = 3,699, im krystallinischen Zustande ist die Dichte der letzteren wahrscheinlich noch geringer, man kann also auch hier das Ausbleiben der Temperaturerhöhung, welche nach der, in allen Fällen das Eintreten allotroper Modificationen auch ohne Lichtentwicklung begleitenden Wärmeentbindung — wofür der Verfasser mehre anderweitig bekannte Beispiele anführt und näher erörtert — erwartet werden sollte, aus der gleichzeitig eintretenden Vergröfserung des Volums erklären. *Wi.*

H. Knoblauch. Ueber den Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften und den Structurverhältnissen bei verschiedenen Holzarten. Pogg. Ann. CV. 623-628†; Polyt. C. Bl. 1859. p. 312-316; Arch. d. sc. phys. (2) V. 71-72.

Hr. Knoblauch bestimmte für eine grofse Anzahl von Holzarten die Unterschiede der Structur aus den Verschiedenheiten des physikalischen Verhaltens nach den entsprechenden Richtungen in drei verschiedenenen Beziehungen. Alle drei Methoden, welche er anwendete, führten übereinstimmend zu dem Resultat, dafs man vier Klassen aufstellen könne, innerhalb deren sich die durch analoge Structurverhältnisse zusammengehörigen Holzarten geordnet fänden.

Zuerst wurde das Wärmeleitungsvermögen in Platten geschnittener Hölzer untersucht. Die in der Mitte durchbohrten Platten wurden mit einer Stearinschicht überzogen, durch die

centrale Oeffnung wurde ein erhitzter Metalldraht gezogen. Die sich von der Mitte aus verbreitende Erwärmung rief ein nach verschiedenen Richtungen verschieden schnell fortschreitendes Abschmelzen hervor. Die entstehenden elliptischen Zonen zeigten bei verschiedenen Hölzern ein verschiedenes Axenverhältnifs, die längere Axe lag immer in der Richtung der Faser und übertraf bei den vier Klassen die kürzere im Verhältnifs von 1,25 : 1, von 1,45 : 1, von 1,60 : 1 und von 1,80 : 1.

Um die Schallverhältnisse zu untersuchen, wurden von sämmtlichen Hölzern Stäbe geschnitten, theils als Langholz d. h. den Fasern parallel, theils als Hirnholz d. h. senkrecht zu den Fasern. Die frei gehaltenen Stäbe, mit einem Klöpfel angeschlagen, gaben einen Ton, der bei den Längsleisten klangvoller war, als bei den Hirnleisten. Auch in dieser Beziehung konnte man die Hölzer in vier Klassen ordnen nach der Gröfse des Klangunterschiedes, welcher immer um so bedeutender war, je gröfser das Axenverhältnifs der oben erwähnten Ellipsen.

Endlich wurde noch die Biegung, welche dieselben Stäbe, an beiden Enden unterstützt, bei gleicher Belastung in der Mitte erlitten, mittelst eines Fühlhebels gemessen. Diese Biegung zeigte sich, wie wegen des festeren Zusammenhanges nach der Richtung der Faser zu erwarten war, kleiner bei den Längsleisten, als bei den Hirnleisten, und zwar fand sich das Biegungsverhältnifs (worunter der Quotient aus den Krümmungspfeilen der Lang- und Hirnleisten bei gleicher Belastung verstanden wird) ebenfalls gröfser bei denjenigen Hölzern, bei welchen das Axenverhältnifs der thermischen Ellipsen den gröfseren Werth hatte.

Schliefslich wollen wir noch einige der bekannteren Hölzer aus den vier Gruppen, welche der Verfasser aufstellt, anführen:

Erste Gruppe. Axenverhältnifs der Wärmeellipsen 1 : 1,25. Mittleres Biegungsverhältnifs 1 : 5,0.

Acacie. Buxbaum. Cypresse.

Zweite Gruppe. Axenverhältnifs der Wärmeellipsen 1 : 1,45. Mittleres Biegungsverhältnifs 1 : 8,0.

Flieder. Hollunder. Lebensbaum. Nufsbaum. Buche. Platane. Rüster. Eiche. Esche. Ahorn. Apfelbaum. Birnbaum. Kirschbaum. Pflaumenbaum. Mahagoni.

Dritte Gruppe. Axenverhältnifs der Wärmeellipsen 1 : 1,60. Mittleres Biegungsverhältnifs 1 : 9,5.

Aprikose. Fernambuk-Rothholz. Puerto Cabello Gelbholz. Pimpernufs.

Vierte Gruppe. Axenverhältnifs der Wärmeellipsen 1 : 1,80. Mittleres Biegungsverhältnifs 1 : 14,0.

Weide. Kastanie. Linde. Erle. Birke. Pappel. Espe. Fichte. Kiefer. *Wi.*

R. T. Simmler. Versuch zur Interpretation der von Brewster im Jahre 1826 in krystallisirten Mineralien entdeckten, sehr expansiblen Flüssigkeiten. Pogg. Ann. CV. 460-466†.

— — Ueber das Problem der Diamantbildung. Pogg. Ann. CV. 466-478†.

Schon vor 30 Jahren hat Brewster eine Untersuchung über die Flüssigkeiten veröffentlicht, welche in den Höhlungen mancher Krystalle (namentlich in Topasen, Quarzen, Amethysten, aber auch in vielen anderen, selbst in Diamanten) vorkommen. Er unterscheidet zwei Flüssigkeiten, von denen die eine, leicht verdampfende auf der anderen, die wahrscheinlich Wasser ist, schwimmt. Ueber die chemische Beschaffenheit der ersteren wurde etwas Näheres nicht ermittelt.

Hr. Simmler vermuthet, dass diese leicht sich verflüchtigende, durch Wärme sich sehr stark ausdehnende Flüssigkeit, welche das Licht weniger bricht als Wasser, flüssige Kohlensäure sein möge. Diese Annahme sucht er durch den Nachweis zu unterstützen, dass die neuerdings über die Wärmeausdehnung und den Brechungscoëfficienten der flüssigen Kohlensäure gemachten Angaben mit dem von Brewster Beobachteten nahe übereinstimmen.

Von dieser Annahme ausgehend, gelangt der Verfasser zu einer Erklärung der Entstehung der Diamanten, welche er in dem zweiten der angeführten Aufsätze näher auseinandersetzt.

Danach sollen die Diamanten durch Krystallisation aus flüssiger Kohlensäure abgeschieden sein, in welcher Kohlenstoff, der entweder ursprünglich vorhanden oder durch Reduction aus-

geschieden war, sich gelöst befand. Versuche, welche angestellt wurden, um die Löslichkeit von Kohle in flüssiger Kohlensäure nachzuweisen, gaben kein Resultat, da sich der Verfasser nicht im Besitz geeigneter Apparate befand. Hr. SIMMLER bemerkt übrigens selbst, dafs BREWSTER in den Höhlungen der Diamanten keine Flüssigkeiten wahrgenommen zu haben schien, man müsse daher annehmen, dafs diese nur mit vergaster Kohlensäure angefüllt seien, welche eben durch Druck gegen die Wandungen jene von BREWSTER beschriebenen, denen des comprimirten Glases analogen optischen Erscheinungen hervorgerufen haben könnte, die den genannten Forscher bestimmten, den Diamant als erstarrtes gummiartiges Secretionsproduct einer Pflanze zu betrachten.

Der Verfasser beabsichtigt mit seinen allerdings nur hypothetischen Erörterungen namentlich der Annahme einer Entstehung der Diamanten auf feurig flüssigem Wege, nach Art der Erzeugung von Krystallen des Bors und des Siliciums durch DEVILLE und WÖHLER, welche sich auf Veranlassung der letzterwähnten Arbeiten neuerdings wieder so allgemein geltend macht, entgegenzutreten. *Wi.*

C. F. SCHÖNBEIN. Fortgesetzte Untersuchungen über den Sauerstoff. POGG. Ann. CV. 258-289†; Münchn. gel. Anz. XLVII. 89-121.

Im ersten Abschnitt des vorliegenden Aufsatzes führt der Verfasser verschiedene Thatsachen an, welche beweisen, dafs Contact mit Platin nicht allein die chemische Thätigkeit des freien Sauerstoffs erhöht, wie dies durch DAVY's und DÖBEREINER's Untersuchungen längst bekannt ist, sondern auch den in Verbindungen enthaltenen Sauerstoff entweder zur Ausscheidung oder zur Ausübung anderweitiger Oxydationswirkungen disponirt, die sich in Abwesenheit des Platins wenigstens nicht mit gleicher Lebhaftigkeit vollziehen. Dabei ist bemerkenswerth, dafs in vielen Fällen durch Temperaturerhöhung dieselbe Beschleunigung der Einwirkung hervorgerufen werden kann, wie durch die Gegenwart des feinzertheilten Platins.

So wird die Zersetzung einer Lösung der Uebermangansäure oder des übermangansauren Kalis in verdünnter Ammoniakflüssig-

keit unter Bildung salpetersaurer Salze, welche sich durch Entfärbung der Flüssigkeit zu erkennen giebt, die Bläuung des mit Jodkalium versetzten Stärkekleisters durch sehr verdünnte Chromsäurelösung, die Entfärbung der Indigolösung durch sehr verdünnte Chlor- und Jodsäure, durch Schütteln mit Platinmohr in sehr auffallender Weise beschleunigt.

Concentrirte Salpetersäure kann bekanntlich ohne Zersetzung bis zum Sieden erhitzt und überdestillirt werden, bei Gegenwart von Platinmohr findet immer Zerlegung statt unter Bildung von Untersalpetersäure, deren Vorhandensein durch die Bläuung von hinzugesetztem Jodkaliumkleister nachgewiesen werden kann.

In ähnlicher Weise wird eine concentrirte Lösung von Jodsäure für sich allein beim Erhitzen bis zum Sieden nicht zersetzt, dagegen tritt bei Gegenwart von Platin eine Ausscheidung von Jod ein, dessen Dämpfe durch in Stärkekleister getränkte Papierstreifen nachgewiesen werden können. — Auch die Zersetzung und Entfärbung der in Salpetersäure gelösten Uebermangansäure und des übermangansauren Kalis, welche sonst in der Kälte nur allmälig erfolgt, tritt bei Schütteln mit Platinmohr beinahe augenblicklich ein.

Hr. Schönbein bemerkt, dafs man in allen diesen Fällen nicht, wie dies bisher zur Erklärung der Einwirkung des Platins auf freien Sauerstoff geschehen, eine Verdichtung des Gases an der metallischen Oberfläche annehmen könne. Seiner Ansicht nach kann hier die Einwirkung des Platins auf den Sauerstoff nur darin bestehen, dass eine allotrope Umwandlung, eine Ueberführung des gewöhnlichen Sauerstoffs in Ozon in bisher noch nicht näher ersichtlicher Weise stattfindet.

In derselben Weise wie Platin können auch metallisches Eisen und Eisenoxydulsalze durch ihre Gegenwart die bläuende Einwirkung der Chromsäure auf Jodkaliumkleister, die entfärbende der Chlorsäure auf Indigolösung beschleunigen, der Verfasser findet es, indem er die Analogie mit dem Verhalten des Platins berücksichtigt, wahrscheinlich dafs auch das Eisen und die Oxydulsalze nicht indem sie sich selbst oxydiren und so die Tendenz zur Vereinigung mit Sauerstoff gewissermafsen übertragen, sondern lediglich als Contactsubstanzen wirken.

Der zweite Abschnitt behandelt die gegenseitige Katalyse einer Reihe von Sauerstoffverbindungen und sucht daraus den Beweis für das Vorhandensein zweier chemisch gegensätzlicher Zustände des Sauerstoffs zu entnehmen.

Schon Thenard hat wahrgenommen, dafs Wasserstoffüberoxyd die Oxyde der edlen Metalle reducirt unter Verlust der Hälfte seines eignen Sauerstoffgehaltes, hierzu kam noch die interressante Beobachtung von Wöhler, dafs bei gegenseitiger Einwirkung von 1 Aequivalent HO_2 und 1 Aequivalent MnO_2 eine vollständige Reduction beider Verbindungen auf die niedrigeren Oxydationsstufen erfolgt. Hiermit verwandte Thatsachen sind nun auch von Hrn. Schönbein beobachtet.

So findet eine gegenseitige Reduction statt unter Ausscheidung gewöhnlichen Sauerstoffs bei Einwirkung von Wasserstoffüberoxyd auf ozonisirten Sauerstoff, auf Uebermangansäure, welche bei gleichzeitiger Anwesenheit von Schwefelsäure bis zum Oxydul reducirt wird, auf Chromsäure unter Gegenwart von Schwefelsäure oder Salpetersäure. Dasselbe erfolgt, wenn man die Auflösungen der Superoxyde von Mangan, Blei und Silber in geeigneten Säuren mit Wasserstoffüberoxyd versetzt; auch in den Auflösungen der Eisenoxydsalze bei Gegenwart des Kaliumeisencyanids, sowie der Eisenoxydulsalze, denen Kalilösung zugesetzt ist, ruft Wasserstoffüberoxyd dieselbe Doppelzersetzung hervor. In allen Sauerstoffverbindungen, welche in solcher Weise durch Wasserstoffüberoxyd katalytisch zerlegt werden und zugleich dessen eigene Zersetzung hervorrufen, ist der Sauerstoff, wie durch anderweitige Beobachtungen des Verfassers bekannt ist, entweder ganz oder theilweise im activen Zustande enthalten, wird aber aus denselben, ebenso wie durch Erwärmen, auch durch Einwirkung des Wasserstoffüberoxyds als gewöhnlicher Sauerstoff ausgeschieden. Die oben erwähnte Beobachtung von Wöhler macht es wahrscheinlich, dafs der sich ausscheidende Sauerstoff zu gleichen Theilen aus den beiden, in den katalytischen Procefs eingehenden Factoren abstamme und man wird auf die Ansicht geführt, dafs in Beiden ein in gegensätzlichen Zuständen befindlicher Sauerstoff enthalten sei, welcher sich gegenseitig zur Aus-

scheidung bestimmt und demnächst zu gewöhnlichem Sauerstoff vereinigt.

Dieser Ansicht gemäfs unterscheidet der Verfasser zwei Modificationen des thätigen Sauerstoffs: das Ozon ($\overset{\circ}{\Theta}$) — dahin die bisher unter diesem Namen bekannte Modification des Sauerstoffs, das freie Ozon — und das Antozon ($\overset{\bullet}{\Theta}$). Beide kommen in Verbindungsreihen vor, die sich durch eine specifische Verschiedenheit des Verhaltens characterisiren, und demgemäfs als Ozonide und Antozonide unterschieden werden können.

Eine solche Verschiedenheit des Verhaltens der metallischen Superoxyde gegen Salzsäure ist seit lange bekannt. Mit einer gewissen Klasse derselben (mit den Superoxyden des Mangans, Bleies, Nickels, Kobalts, Wismuths und Silbers, denen auch noch die Uebermangan-, Chrom- und Vanadsäure beigezählt werden können) setzt sich die Salzsäure um in Chlormetalle, freies Chlor und Wasser, mit einer zweiten Klasse (den Superoxyden des Bariums, Strontiums, Calciums und der übrigen alkalischen Metalle) in Chlormetalle und Wasserstoffüberoxyd.

Ein fernerer Unterschied ist dieser, dafs nur die Superoxyde der ersten Klasse das Wasserstoffüberoxyd unter gleichzeitiger Sauerstoffabgabe zerlegen, während die der zweiten Klasse sich gegen dasselbe ganz indifferent verhalten. Eben so bläuen die ersteren Guajaktinctur, welche Färbung durch die Superoxyde der zweiten Klasse wieder zerstört wird. Die erste Klasse der Superoxyde zeigt sich wie Ozon stark negativ in ihrem electromotorischen Verhalten, während im Gegentheil die Superoxyde der zweiten Klasse als elektropositive Substanzen zu betrachten sind.

Diese Unterschiede des Verhaltens sind nach der Meinung des Verfassers aus einem Gegensatz des Zustandes zu erklären, in welchem sich der active Sauerstoff beider Reihen von Superoxyden befindet. Ueber die Natur dieses Gegensatzes, welcher in der oben angeführten Weise bezeichnet wird, spricht der Verfasser sich nicht näher aus, macht aber die Bemerkung, dafs er denselben nicht für einen absoluten halte, vielmehr eiuen stufenweisen Uebergang von $\overset{\circ}{\Theta}$ in $\overset{\bullet}{\Theta}$ in den verschiedenen Verbindungen annehme.

Nach dieser Auffassung ist es begreiflich, dafs nur die Super-

oxyde katalytisch zersetzend aufeinander einwirken können, welche verschiedenen Klassen angehören, deren Sauerstoff sich also in gegensätzlichen Zuständen befindet und zur Vereinigung zu indifferentem Sauerstoff strebt. Demnach ist zu erwarten, dafs diejenigen Superoxyde, welche zu derselben Abtheilung gehören wie das Wasserstoffüberoxyd, also die Antozonide, gleich diesem auf die Klasse der Ozonide einwirken werden. Dies bestätigen Versuche des Verfassers in Betreff des Bariumüberoxyds, wobei nur zu berücksichtigen, dass die gegenseitige Einwirkung fester Körper durch Wasserzusatz erleichtert werden mufs, unter dieser Bedingung lassen sich mit dem Bariumüberoxyd dieselben katalytischen Zersetzungen hervorrufen wie mit dem Wasserstoffüberoxyd.

Wird ein Gemisch aus zwei verschiedenen Klassen angehörigen Superoxyden, z. B. aus 5 Theilen Baryumüberoxyd mit 2 Theilen Manganüberoxyd mit etwas verdünnter Salzsäure übergossen, so entwickelt sich gewöhnliches Sauerstoffgas unter gleichzeitiger Bildung von salzsaurem Baryt und salzsaurem Manganoxydul, der positive und der negative Sauerstoff beider Ueberoxyde hat sich ausgeschieden, und zur indifferenten Modification vereinigt, ohne eine Zersetzung der Salzsäure also ohne Chlorentwicklung hervorzurufen.

Wie der Verfasser diese Ansichten anwendet zur Unterstützung der Berthollet'schen Annahme über die Natur des Chlors, wonach dasselbe als Muriumüberoxyd zu betrachten ist, darauf glauben wir, als von rein chemischem Interesse hier nicht näher eingehen zu sollen und begnügen uns daher mit dieser Andeutung. *Wi.*

C. F. Schönbein. Further observations on the allotropic modifications of Oxygen and on the compound nature of Chlorine, Bromine etc. Phil. Mag. (4) XVI. 178-182†.

Diese Notiz enthält in Form eines Briefes an Faraday eine kurze Darstellung der im Vorstehenden besprochenen Ansichten und Thatsachen. Als neu ist hervorzuheben, dafs der thätige Sauerstoff, mit welchem Terpentinöl, Aether etc. beladen werden

können, ohne sofort mit ihm eine Verbindung einzugehen, Antozon ist, dafs man also hier $\overset{\circ}{\Theta}$ in freiem Zustande haben würde.

Wi.

C. F. Schönbein. Beiträge zur näheren Kenntnifs des Sauerstoffs. Münchn. Abh. VIII. 381-412†.

In diesem Aufsatz, welcher älteren Datums ist als die vorstehend Besprochenen, werden verschiedene die Ozonisirung des Sauerstoffs betreffende Thatsachen mitgetheilt. — Es werden Beweise dafür beigebracht, dafs das Bittermandelöl unter gleichzeitigem Einflufs des Sonnenlichtes den Sauerstoff zu Oxydationswirkungen bestimmt, welche nur das Ozon hervorbringen kann. Dies zeigt sich namentlich in der Einwirkung auf verschiedene Metalle, welche nicht von gewöhnlichem, aber nach bekannten Erfahrungen wohl von ozonisirtem Sauerstoff in der Kälte oxydirt werden. So verhalten sich Arsen, Cadmium, Kupfer, Blei, Silber. Es wird angeführt, dafs bei eben diesen, wenn man ihre Oberfläche unter gleichzeitiger Bestrahlung in sauerstoffhaltiger Luft mit einem Tropfen Bittermandelöl benetzt, Oxydation eintritt, dabei bildet sich zugleich Benzoësäure, welche sich mit dem Oxyd vereinigt. Im Dunkeln vollzieht sich diese chemische Action nicht, sie bleibt auch aus bei Gold und Platina, auf welche aber ozonisirter Sauerstoff ebenfalls ohne Wirkung ist.

Im Folgenden werden einige Mittheilungen gemacht über die Einwirkung des Wasserstoffüberoxyds oder des mit ozonisirtem Sauerstoff imprägnirten Terpentinöls (es gelang dasselbe mit 5,2 Procent activen Sauerstoffs zu beladen) auf die Auflösung des basich essigsauren Bleioxyds.

Gewöhnlicher Sauerstoff scheidet aus letzterem kein Bleisuperoxyd aus, dagegen vermag ozonisirter Sauerstoff diese Wirkung hervorzubringen. Dem letzterem gleich wirkt auch das Wasserstoffüberoxyd und das mit Ozon beladene Terpentinöl, es scheidet sich aus dem, dem einen oder dem andern hinzugefügten Bleiessig ein braungelber Niederschlag aus, welcher ein Gemenge aus Bleisuperoxyd mit Bleioxyd ist. Der unter Einwirkung des Wasserstoffüberoxyds entstandene Niederschlag entfärbt

sich jedoch bald wieder unter Gasentwickelung. Dies beweist, dafs das im Beginne der Einwirkung entstandene Ueberoxyd im weiteren Verlauf durch das Wasserstoffüberoxyd wieder zersetzt wird. Auch das ozonisirte Terpentinöl vermag das Bleiüberoxyd in Oxyd zu verwandeln, wobei es selbst einen grofsen Theil seines Gehalts am thätigen Sauerstoff einbüfst. Daher bringt auch bei starkem Ozongehalt des Oels ein geringer Zusatz von Bleiessig Niederschlag und Färbung von gebildetem und gelöstem Hyperoxyd gar nicht hervor, indem das durch die beginnende Einwirkung gebildete Bleiüberoxyd im Verlauf dieser Einwirkung wieder zersetzt wird. Dafs eine solche Einwirkung statt findet, ergiebt sich aber daraus, dafs der Ozongehalt des Terpentinöls bei diesem Vorgang vermindert wird. Diese Thatsachen scheinen mit der oben auseinander gesetzten, späteren Theorie des Hrn. Schönbein im Widerspruch zu stehen, denn wenn Wasserstoffüberoxyd und ozonisirtes Terpentinöl Antozon $\overset{\oplus}{\Theta}$ enthalten, so ist nicht einzusehen, wie sie zuerst zur Bildung eines Ozonids, $PbO+\dot{\Theta}$, Veranlassung geben, dann dasselbe zersetzen können. Den Versuch, Bleiüberoxyd durch freies Ozon zu reduciren, welcher keine entscheidenden Resultate gab, würde der Verfasser vom Standpunkte seiner Theorie auch nicht unternehmen können.

Ferner werden mehrere Thatsachen mitgetheilt, aus denen hervorgeht, dafs drei Sauerstoffäquivalente der Uebermangansäure oder ein Sauerstoffäquivalent des Wasserstoffüberoxyds schon bei gewöhnlicher Temperatur die beiden Bestandtheile des Ammoniaks oxydiren, in welchem nach einer Bemerkung des Verfassers der Wasserstoff überhaupt eine viel gröfsere chemische Aktivität besitzt als im freien Zustande. Die betreffenden Sauerstoffäquivalente, welche sich also ebenso verhalten, wie gewöhnlicher Sauerstoff unter dem Einflufs des Platins müssen als im Zustande gesteigerter Activität sich befindend betrachtet werden.

Ebenso wie dies an früherer Stelle vom Eisen und den Eisenoxydulsalzen angeführt wurde, vermag auch die Gegenwart der Blutkörperchen die chemische Thätigkeit des activen Sauerstoffs, wie derselbe im Wasserstoffüberoxyd, im ozonisirten Terpentinöl, in den Producten der langsamen Verbrennung des Aethers enthalten ist, in auffallender Weise zu beschleunigen. Einige

Thatsachen scheinen zu beweisen, dafs sie diese Fähigkeit ihrem Eisengehalt verdanken, indessen bleibt dies noch zweifelhaft, da auch andere organische Substanzen (z. B. der Kleber des Weizenmehls) dieselbe Wirkung ausüben. *Wi.*

W. B. Rogers. On ozone observations. Edinb. J. (new. Ser.) VII. 35-42†.

Hr. Rogers sah sich durch die Bemerkungen von Cloez [1]), welcher der bekannten Methode zur Ermittlung des Ozongehalts der Luft wegen der Unsicherheit der Jodreaction allen Werth abspricht, zu eigenen Untersuchungen über diesen Gegenstand veranlafst.

Cloez hatte behauptet, dafs die aromatischen Ausdünstungen der Pflanzen Jodkaliumstärkepapier bläuen können, ohne zuvor die Bildung von Ozon veranlafst zu haben. Zur Prüfung dieser Angabe wurden Streifen des Jodpapiers in geschlossenen Gläsern aufgehängt, auf deren Boden sich einige Tropfen ätherischen Oels befanden. Im zerstreuten Licht brachten die Dämpfe mehrerer ätherischen Oele eine färbende Wirkung hervor, während sich andere (unter diesen Nelkenöl und Citronenöl) unwirksam erwiesen. — Im directen Sonnenlicht trat bei sämmtlichen angewendeten Oelen eine Färbung ein, nur Kampher blieb auch jetzt wirkungslos. — Wurden Zweige aromatischer Gewächse unter eine Glasglocke gebracht, so war weder im zerstreuten noch im directen Sonnenlicht eine Wirkung auf das innerhalb aufgehängte Jodpapier wahrzunehmen, während doch in der freien Luft desselben Raumes die Ozonreaction eintrat.

Cloez hatte der mehrfach aufgestellten Behauptung, dafs der von den Blättern vegetirender Pflanzen im Sonnenlicht ausgehauchte Sauerstoff das Jodpapier in Folge eines Ozongehaltes bläue, widersprochen, die eintretende Wirkung aber dem gleichzeitigen Einflufs des Sonnenlichtes und der Feuchtigkeit zugeschrieben, wobei eine Ozonbildung nicht stattfände, weil die bestrahlte Luft nach Aufhebung der Bestrahlung eine derartige dem Ozon zugeschriebene Wirksamkeit nicht mehr ausübt. — Hr. Ro-

[1]) C. R. XLIII. 38; Berl. Ber. 1856. p. 581.

gers hing Streifen von Jodpapier unter Glasglocken in Localitäten auf, wo die Vegetationsverhältnisse möglichst verschieden waren. Dabei zeigte sich die Gegenwart der mannigfaltigsten, in voller Vegetation begriffenen Gewächse, auch wenn dieselben harzreich waren und aromatische Dünste aushauchten, ganz ohne Einflufs, vielmehr war das in freier Luft, fern von derartigen Pflanzengruppen aufgehängte Papier immer stärker gebläut. — Dafs aber auch die Einwirkung des Sonnenlichtes in feuchter Luft nicht ausschliefslich oder vorwiegend die Ozonreaction bedinge, geht nach der Meinung des Verfassers daraus hervor, dafs letztere immer stärker bei Nacht eintritt als bei Tage, überdiefs sehr häufig bei trüber Witterung stärker war, als in sonnigem und heiterem Wetter. *Wi.*

R. Clausius. Ueber die Natur des Ozons. Pogg. Ann. CIII. 644-652†; Arch. d. sc. phys. (2) II. 150-157; Phil. Mag. (4) XVI. 45-51.

In seinem Aufsatz: „Ueber die Art der Bewegung, welche wir Wärme nennen" [1]), hatte sich Hr. Clausius zur Durchführung der Ansicht, dafs in allen Gasen, sowohl in den einfachen als in den zusammengesetzten, bei gleicher Temperatur den Molecülen in Beziehung auf ihre fortschreitende Bewegung gleiche lebendige Kraft zukommen müsse, zu der Annahme veranlafst gesehen, dafs auch die Molecüle der einfachen Gase aus der Vereinigung zweier, in manchen Fällen vielleicht auch mehrerer einzelnen entstanden seien. Diese Ansicht, welche, wie Hr. Clausius in einer Anmerkung hinzufügt, bereits früher von Laurent, Gerhardt und Dumas aufgestellt wurde, wendet er in der vorliegenden Notiz zur Erklärung der Entstehung des Ozons aus dem Sauerstoff an, indem er annimmt, es möge das, aus zwei Atomen, zwischen denen ein elektrischer Gegensatz bestehen könne, zusammengesetzte Sauerstoffmolecül, unter geeigneten Umständen in Folge einer Trennung derselben in ein einatomiges Gas verwandelt werden, welches die Eigenschaften des Ozons besitzt. — Der Verfasser sucht diese Annahme zu unterstützen durch mancherlei Gründe,

[1]) Berl. Ber. 1857. p. 287.

die einentheils aus den verschiedenen Methoden der Darstellung, anderentheils aus der specifischen Wirksamkeit des Ozons entnommen sind. — Die Angabe von Andrews und Tait, wonach die Dichtigkeit des Ozons beinahe das Vierfache von der des gewöhnlichen Sauerstoffs sein soll, welche dieser Ansicht über die Natur des Ozons widerspricht, scheint ihm noch nicht hinreichend erwiesen, um zur Aufgabe derselben zu nöthigen.

Wi.

Osann. Ueber den Ozonwasserstoff und Sauerstoff. Verh. d. Würzb. Ges. IX. 182-186; Chem. C. Bl. 1858. p. 679-681†.

— — Ueber den Ozonwasserstoff. Verh. d. Würzb. Ges. IX. 197-199; Chem. C. Bl. 1858. p. 949-951†.

In der ersten Notiz werden zuvörderst einige Wiederholungen früherer Versuche mitgetheilt, durch welche einentheils das Freisein des sogenannten Ozonwasserstoffs von Arsenik, andererseits die Thatsache bestätigt wurde, dafs nur eine frische Mischung des Destillats von rauchendem Vitriolöl mit Wasser activen Wasserstoff bei der Elektrolyse giebt. — Es werden demnächst Versuche beschrieben, bei denen es darauf ankam, durch, übrigens aus dem Früheren bekannten Reactionen die Analogie des mit gesteigertem Reactionsvermögen begabten Ozonwasserstoffs mit dem Ozonsauerstoff, dessen Oxydationsvermögen ein erhöhtes ist, recht augenfällig nachzuweisen.

Zur weiteren Vergleichung mit dem Ozonsauerstoff wurden die physiologischen Wirkungen des sich aus einem oben offenen Glasröhrchen entwickelnden Ozonwasserstoffs untersucht. Der Verfasser bemerkte einen säuerlichen Geruch und Hustenreiz in Folge der Einathmung. Durch hindurchgehende Entladungen des Conductors einer Elektrisirmaschine wurde Wasserstoffgas nicht in actives Wasserstoffgas verwandelt.

In der zweiten Notiz beschreibt der Verfasser Versuche, welche angestellt wurden, um den Einwand von Magnus zu widerlegen, wonach nicht der von der Kohle aufgenommene active Wasserstoff, sondern ein Eisengehalt derselben reducirend auf schwefelsaure Silberlösung wirken soll. — Um die Kohle voll-

ständig vom Eisen zu befreien, wurde dieselbe abwechselnd zur Entfernung des Schwefels geglüht und mit Salpetersäure ausgezogen.

So behandelte Kohle brachte, in bekannter Weise als negative Elektrode angewendet und so mit activem Wasserstoff beladen, eine eben so bedeutende Reductionswirkung hervor wie zuvor. Auch ein unter gleichen Umständen als negative Elektrode dienender Platinstreif bewirkt nachher in einer Mischung aus rothem Blutlaugensalz und Eisenchlorid die blaue Färbung, welche eine Folge der Verwandlung des Chlorids in Chlorür durch den activen Wasserstoff und der demnächstigen Einwirkung auf das Blutlaugensalz ist. — Auf gleiche Weise wird auch schwefelsaures Silberoxyd durch platinirtes Platin theilweifs reducirt, welches mit galvanisch ausgeschiedenem Wasserstoff imprägnirt ist. *Wi.*

S. Cloez. Faits relatifs aux divers états du soufre séparé de ses combinaisons. C. R. XLVI. 485-489†; J. d. pharm. (3) XXXIII. 440-441.

Berthelot war durch seine Untersuchungen über den Schwefel, deren im vorigen Jahrgang dieser Berichte [1]) Erwähnung geschehen ist, zu dem Resultat gelangt, dafs derselbe, je nachdem er in Verbindungen die Rolle des elektronegativen oder elektropositiven Bestandtheils gespielt hat, nach der Ausscheidung aus denselben mit verschiedenen physikalischen Eigenschaften begabt, nämlich entweder als löslicher oktaedrischer oder als unlöslicher amorpher Schwefel auftrete. Hr. Cloez theilt einige Beobachtungen mit, welche ihm diese Annahme zu widerlegen scheinen.

Wird Chlor- oder Bromschwefel durch viel Wasser schnell zersetzt, so scheidet sich fast aller Schwefel in der unlöslichen Modification aus, lässt man dagegen die genannte Verbindung durch Einwirkung mehr oder weniger feuchter Luft in schlecht verschlossenen Gefäfsen sich allmälig zersetzen, so kann der ausgeschiedene Schwefel bis zu 95 Procent der löslichen krystallinischen Modification enthalten. — Auch bei der Zersetzung der

[1]) Berl. Ber. 1857. p. 15.

unterschwefligsauren Salze kann man, je nachdem die Zersetzung schnell oder langsam erfolgt, vorherrschend unlöslichen oder löslichen Schwefel erhalten.

Wird eine Auflösung der unterschwefligsauren Natrons durch den elektrischen Strom zersetzt, so scheidet sich Schwefel am positiven Pol ab, wie bei der Zerlegung des schwefelwasserstoffhaltigen Wassers. — Wenn man Schwefelwasserstoff und die alkalischen Schwefelverbindungen durch oxydirende Substanzen zersetzt, so scheidet sich der Schwefel bald als löslicher bald als unlöslicher aus, je nach dem angewendeten Verfahren. Das Uebergehen in die lösliche Modification kann hier nach der Ansicht des Verfassers betrachtet werden als bewirkt durch den Einfluſs der Agentien, mit denen er in Kontact gestanden hat, Schwefelwasserstoff, die Schwefelalkalien und die kaustischen Alkalien rufen erfahrungsmäſsig eine solche Umwandlung hervor. Es ist daher anzunehmen, daſs sich der Schwefel aus allen seinen Verbindungen zunächst als weicher, unlöslicher Schwefel ausscheidet, daſs aber diese wenig stabile Modification unter dem Einfluſs zahlreicher chemischer und physikalischer Einwirkungen in die lösliche, krystallinische Form ungewandelt werden kann.

Auch wenn die Verbindung ArO^3S^2, KO 2HO, in welcher nach des Verfassers Ansicht eine Säure enthalten ist, die aus der Arseniksäure entstanden ist, indem 2 Aequivalente Sauerstoff durch Schwefel vertreten werden, durch Salzsäure zersetzt wird, scheidet sich unlöslicher, weicher Schwefel aus; derselbe tritt am positiven Pol auf, wenn man eine Auflösung dieses Salzes elektrolytisch zerlegt. Diese Thatsachen werden ebenfalls zur Widerlegung der Ansichten von Berthelot geltend gemacht. *Wi.*

L. Péan de St. Gilles. Sur une réaction du soufre amorphe. C. R. XLVI. 570-571†.

Der Verfasser macht darauf aufmerksam, daſs man zur Entscheidung der zwischen Cloez und Berthelot streitigen Frage: ob der verschiedenen Rolle, welche der Schwefel in seinen Verbindungen spielt, ein verschiedenes Verhalten des aus den Verbindungen ausgeschiedenen Schwefels entspreche, zu beachten

habe, ob sich der physikalisch unterschiedene Schwefel auch in Betreff der chemischen Action, die er ausübt, verschieden verhalte.

Berthelot hat schon gezeigt, dafs sich der amorphe (elektropositive) Schwefel leichter in Auflösung der unterschwefligsauren Alkalisalze löst als der krystallisirende (elektonegative), während dagegen letzterer sich viel schneller mit Quecksilber verbindet als jener. Hierzu fügt der Verfasser die Thatsache, dafs der amorphe Schwefel bei 80° von Salpetersäure angegriffen und aufgelöst wird, während kochende Salpetersäure mit krystallinischem Schwefel nur Spuren von salpetersauren Dämpfen entwickelt. Aus Schwefelblumen, welche 20 bis 30 Procent amorphen Schwefel enthalten, zieht Salpetersäure von 80° in einigen Minuten diesen Antheil aus, der krystallinische Schwefel allein bleibt zurück. Beide Schwefelmodificationen, die leichter oxydirbare amorphe und die krystallinische, gaben übrigens, zur Schiefspulverbereitung verwendet, eine Mischung von gleicher Wirksamkeit. *Wi.*

Berthelot. Sur les relations qui existent entre les états du soufre et la nature de ses combinaisons. C. R. XLVI. 571-576†; Cimento VII. 241-247.

Hr. Berthelot hält gegen die Bemerkungen von Cloez seine Behauptung aufrecht, dafs Schwefel, der unter möglichst gleichen Umständen aus Verbindungen ausgeschieden wird, in denen er eine verschiedene Stelle eingenommen hat, einen Gegegensatz des physikalischen und chemischen Verhaltens zeigt.

Wenn Cloez gefunden hat, dafs die gröfsere oder geringere Schnelligkeit, mit welcher die Ausscheidung sich vollzieht, von Einflufs auf die Beschaffenheit des Schwefels ist, so bestätigt dies nur des Verfassers eigene Angaben, der bereits gefunden hatte, dafs der unlösliche Schwefel, welcher aus einer Verbindung, in welcher der Schwefel den elektropositiven Bestandtheil ausmacht, ausgeschieden wurde, durch längeres Aufbewahren unter der Flüssigkeit allmälig in die lösliche Modification übergeht. — Die Ausscheidung des Schwefels am positiven Pol bei der Elektrolyse

der unterschwefligsauren Salze erklärt sich leicht daraus, dafs an dieser Stelle zuerst die unterschweflige Säure auftritt, welche in Folge ihrer Unbeständigkeit in ihre Bestandtheile zerfällt.

Wenn Cloez bei Zersetzung von ArO^3S^2 den Schwefel in der unlöslichen Modification erhält, in welcher derselbe aus seinen Verbindungen mit Sauerstoff, Chlor u. s. w. ausgeschieden wird, so beweist dies, nach des Verfassers Meinung, dafs die Ansicht von Cloez über die Rolle des Schwefels in dieser Verbindung nicht richtig sein könne, demselben vielmehr die Stelle des elektropositiven Gliedes angewiesen werden müsse, eine Auffassung, mit welcher sich, wie näher gezeigt wird, auch die angegebene Zusammenzetzungsformel leicht in Uebereinstimmung bringen läfst.

Der Verfasser bemerkt übrigens, dafs er keineswegs behaupten wolle, der Schwefel existire in den beiden Verbindungsklassen bereits in den beiden durch ihre Eigenschaften in der erwähnten Weise unterschiedenen Modificationen; direct nachzuweisen sei nur, dafs er sich nach der Ausscheidung aus der einen oder anderen Art der Verbindungen als ein verschiedener darstelle. — Hierzu komme aber noch die bereits früher nachgewiesene Thatsache, dafs sich diese Modificationen schon vor dem Eingehen in die Verbindung vollziehen, so geht die unlösliche Schwefelmodification schon vor ihrer Auflösung in Alkalien und deren Schwefelverbindungen in die lösliche über, andrerseits verwandelt sich octaedrischer Schwefel beim Kochen mit Salpetersäure theilweis in unlöslichen Schwefel trotz des entgegengesetzten Einflusses der hohen Temperatur, dies scheint doch dafür zu sprechen, dafs die betreffende Modification schon in der Verbindung existirt, nicht erst im Moment der Trennung und in Folge des Ausscheidungsprocesses auftritt.

Dafs physikalisch unterschiedene Schwefelvarietäten auch direct eine Verschiedenheit des chemischen Verhaltens zu erkennen geben, wurde schon in dem Aufsatz hervorgehoben, über welchen vorstehend berichtet ist. Hr. Berthelot fügt noch eine derartige Thatsache hinzu. Wird eine befeuchtete Mischung aus Schwefel und Eisen in niedriger Temperatur sich selbst überlassen, so bildet sich in gleicher Zeit viel mehr Schwefeleisen bei Anwendung

des krystallinischen als des amorphen unlöslichen Schwefels. Bei einem derartigen Versuche waren mit oktaedrischem Schwefel 0,130gr, mit unlöslichem Schwefel aus Schwefelblumen 0,016gr, mit unlöslichem Schwefel aus gehärtetem Schwefel nur 0,008gr unter übrigens gleichen Umständen entstanden. *Wi.*

Berthelot. Sur les états divers du soufre, leur préparation. Action qu'ils éprouvent de la part du temps et de la chaleur. Inst. 1858. p. 128-131†; Cimento VII. 419-431.

Vorstehende Mittheilung des Hrn. Berthelot enthält vorzugsweise Angaben über die Details der Bereitung der einzelnen Schwefelmodificationen, so wie über die Veränderungen, welche sie entweder durch Temperatureinflüsse oder auch lediglich durch längere Aufbewahrung erleiden. In Beziehung auf die ersteren müssen wir auf das Original verweisen, über die verschiedenen Umwandlungsvorgänge wollen wir das Wichtigste hervorheben.

Der aus Schwefelblumen dargestellte unlösliche Schwefel ist beständiger als der aus gehärtetem Schwefel erhaltene, jedoch mufs er vollständig von dem bei der Bereitung angewendeten Alkohol befreit sein; war eine kleine, kaum wägbare Spur des letzteren zurückgeblieben, so hatten sich schon nach Ablauf eines Monats $\frac{1}{4}$ in krystallinischen Schwefel verwandelt. — Eine langsame Umwandlung in die lösliche Modification vollzieht sich ohne besondere Einwirkungen im Verlauf längerer Aufbewahrung, so zeigten sich nach zwei Jahren 33 Procent einer Probe in die lösliche Modification verwandelt. — Der aus dem gehärteten Schwefel gewonnene unlösliche Schwefel widersteht der Wärme und andern umwandelnden Einflüssen, z. B. der Behandlung mit kochendem Alkohol weniger. Eine vor zwei Jahren dargestellte Probe enthielt jetzt 38 Procent krystallisirbaren Schwefel.

Der amorphe Schwefel der Hyposulfite ist die am wenigsten stabile aller Modificationen, eine Temperaturerhöhung auf 100° wandelt ihn fast augenblicklich um, ebenso die meisten anderen Einwirkungen, denen er ausgesetzt wird. Diese Modification mufs wegen ihrer grofsen Veränderlichkeit gleich nach der Bereitung isolirt und studirt werden, jedoch zeigten Proben auch nach ein-

jähriger Aufbewahrung noch immer einen mehr oder weniger großen Gehalt an unlöslichem Schwefel, die Umwandlung hatte sich also niemals vollständig vollzogen.

Der aus Chlorschwefel durch Vermischen mit Wasser ausgeschiedene Schwefel ist von allen Modificationen die stabilste, derselbe ist unlöslich, indessen scheidet sich ein Theil erst während der Operation aus dem zum Auskochen des Niederschlages angewendeten Schwefelkohlenstoff als unlösliche Modification aus (was doch zu beweisen scheint, daſs diese nicht als solche in der Verbindung existirt, sondern erst durch den Ausscheidungsproceſs gebildet wird), nur ein kleiner Theil verwandelt sich durch Einfluſs des Lösungsmittels und der Temperaturerhöhung in löslichen, octaedrischen Schwefel. — In Schwefelkohlenstoff vertheilt, erleidet diese Schwefelvarietät nach längerer Aufbewahrung ebenfalls eine freiwillige Umwandlung in oktaedrischen Schwefel, jedoch in viel geringerem Verhältniſs als der Schwefel der Hyposulfite.

In Beziehung auf die Umwandlung durch Erwärmung zeigten die verschiedenen Schwefelvarietäten ein sehr verschiedenes Verhalten. Bei 100° verwandelt sich der unlösliche Schwefel der Hyposulfite schon nach 15 Minuten, der aus gehärtetem Schwefel erhaltene nach zwei Stunden in krystallinischen Schwefel, bei dem unlöslichen Schwefel aus Schwefelblumen und Chlorschwefel ist eine längere Einwirkung derselben Temperatur erforderlich, sogar nach fünf Stunden war bei diesem die Umwandlung noch nicht vollständig beendigt. — In einem bis auf 111° erwärmten Bade tritt bei den drei letzterwähnten Schwefelmodificationen unter Schmelzung eine Temperaturerhöhung um einige Grade ein, diese Wärmeentwicklung ist am stärksten und von längster Dauer bei dem Schwefel der Chlorverbindung, zugleich vollzieht sich die Umwandlung in die krystallinische Modification, außer dieser kann aber nach der Ansicht des Verfassers noch eine bloſse Cohäsionsveränderung des weichen Schwefels Freiwerden von Wärme veranlassen. *Wi.*

H. Debray. Note sur la crystallisation du soufre dans le sulfure de carbone. C. R. XLVI. 576-577†.

Schon Pasteur und Deville haben gelegentlich aus der Auflösung des Schwefels in Schwefelkohlenstoff neben den oktaedrischen Krystallen prismatische erhalten, wie sie sonst nur aus geschmolzenem Schwefel beim Erkalten ausgeschieden werden. Hr. Debray giebt ein Verfahren an, diese Krystalle aus erwähnter Lösung mit Sicherheit zu gewinnen. — Schwefel wird mit seinem halben Gewicht Schwefelkohlenstoff in ein dickes Glasrohr gebracht, dieses wird, nachdem die Luft durch die entwickelten Dämpfe der Flüssigkeit ausgetrieben ist, zugeschmolzen. Man erwärmt bis über 80° und kühlt das Gefäfs darauf schnell durch einen Wasserstrahl ab, erst nach einiger Zeit setzen sich namentlich nach leichtem Schütteln prismatische Krystalle auf dem Boden der Röhre ab; man kehrt diese dann um, so dafs die ausgeschiedenen Krystalle von der Flüssigkeit getrennt werden. Aus letzterer scheiden sich anfangs noch mehr prismatische Krystalle ab, später unter Wärmeentwickelung in grofser Menge die gewöhnlichen oktaedrischen. Die vom Schwefelkohlenstoff getrennten Schwefelprismen verlieren bald ihre Durchsichtigkeit, wie die auf dem Wege der Schmelzung erhaltenen, bleiben sie von dem Lösungsmittel benetzt, so verwandeln sie sich in eine Kette kleiner Oktaeder. *Wi.*

Fernere Literatur.

A. E. Nordenskiöld. Bidrag till läran om den Kristallografiska Isomorfin och Dimorfin. Vetensk. Ak. Handlingen 1857. p. 1-22.

2. Adhäsion.

J. Stenhouse. Ueber ein einfaches Verfahren, unreines Wasserstoffgas und kohlensaures Gas geruchlos zu machen. Liebig Ann. CVI. 125-127†; J. d. pharm. (3) XXXIII. 434-435; Chem. C. Bl. 1858. p. 544-544.

Das durch Einwirkung von verdünnter Salz- oder Schwefelsäure auf Schmiede- oder Gufseisen bereitete Wasserstoffgas hat bekanntlich, in Folge der Anwesenheit eines Kohlenwasserstoffs, einen unangenehmen Geruch, diesen kann man beseitigen, indem man das unreine Gas durch ein mit erbsengrofsen Stückchen Holzkohle gefülltes Glasrohr streichen läfst. Die Kohle kann nach längerem Gebrauch durch Ausglühen wieder wirksam gemacht werden. Auf gleiche Weise kann auch die aus Kreide entwickelte Kohlensäure zur Bereitung künstlicher Säuerlinge von dem unangenehmen Geruch und Geschmack befreit werden.

Wi.

P. du Bois-Reymond. Experimentaluntersuchungen über die Erscheinungen, welche die Ausbreitung von Flüssigkeiten auf Flüssigkeiten hervorruft. Pogg. Ann. CIV. 193-234†; Z. S. f. Naturw. XII. 317-317.

Wenn man einen Tropfen einer Flüssigkeit auf die Oberfläche einer anderen schwereren bringt, so nimmt er entweder nach bekannten Gesetzen, die in der Capillaritätstheorie abgeleitet werden, eine linsenförmige Gestalt an innerhalb bestimmter Gränzen, oder er verbreitet sich kreisförmig über die flüssige Unterlage. Letztere Erscheinung ist bisher nur Gegenstand vereinzelter Beobachtungen gewesen, Hr. du Bois-Reymond hat sich in eingehender Weise damit beschäftigt. Er unterscheidet zwei Hauptfälle solcher Ausbreitungen; im ersten Fall, bei Ausbreitung der fetten Oele oder des Terpentinöls auf Wasser, ist das Phänomen vorübergehend; nachdem die ganze Oberfläche sich mit einer Oelschicht überzogen hat, tritt, wahrscheinlich in Folge chemischer Veränderungen, welche den Contactwinkel beider

Flüssigkeiten verändern, bald darauf ein Wiederzusammenziehen des Oels zu vereinzelten Augen ein. Bei andern Flüssigkeiten, namentlich dem Alkohol, dessen Verhalten besonders studirt wurde, können die Erscheinungen, wie wir im Folgenden sehen werden, stationär gemacht werden. Der Verfasser handelt nun zuerst von der Ausbreitung in Tropfen, in dem folgenden Abschnitte über die stationäre Ausbreitung. — Bringt man auf eine Oelschicht von 8^{mm} Dicke einen Tropfen Alkohol, so breitet sich letzterer aus, indem zugleich eine tellerförmige Vertiefung in seinem Mittelpunkt entsteht, diese Vertiefung wird immer auffallender bei abnehmender Dicke der Schicht, sinkt letztere auf 3^{mm}, so wird die Schicht durchbrochen und das Oel vom Alkohol verdrängt. Wird die Oelschicht in einem durchsichtigen Gefäfs auf Wasser gebracht, so dafs man auch ihre untere Gränzfläche beobachten kann, so sieht man gleichzeitig mit der Vertiefung auf der Oberfläche eine sich in die Oelschicht erhebende Wasserbeule entstehen, die eine Höhe von 5^{mm} und mehr erreichen kann. Im Oel beobachtet man am Rande der Ausbreitung spiralig gewundene Streifen, welche eine Fortführung des Oels aus der Mitte der Fläche, über welche sich der Alkohol verbreitet, und ein Zuströmen von unten und von der Seite zu erkennen geben. — Alle diese Erscheinungen erklären sich aus einer dem Alkoholtropfen in freilich noch nicht näher zu erkennen der Weise einwohnenden Tendenz zur Ausbreitung und aus dem Mitfortgerissenwerden der Unterlage bei deren Realisirung. Da in Folge der innern Reibung der Flüssigkeit das centrifugal fortgerissene Oel nicht sofort vollständig ersetzt werden kann, so mufs in der Mitte eine Vertiefung entstehen. Die Wasserbeule ist eine Folge der Druckverminderung, welche durch die Bewegung des hinzutretenden Oels nach Aufwärts hervorgerufen wird. Ganz analoge Vorgänge lassen sich durch einen Luftstrom, der aus einer feinen Spitze auf die Oberfläche des Oels tritt, in Folge der allseitigen Ausbreitung hervorrufen. — Bei der Ausbreitung des Alkohols wird ein Newton'sches Ringsystem sichtbar. Man sieht etwa drei Ringe und am äufsersten Ringe eine Zone, die dem Schwarz entspricht. Auch bei der Ausbreitung des Aethers auf Glycerin können Ringe

beobachtet werden, letztere beiden Flüssigkeiten sind überhaupt besonders geeignet zur Darstellung der Ausbreitungserscheinungen, welche immer um so reiner und entschiedener auftreten, je weniger die beiden Flüssigkeiten, welche man anwendet, mischbar sind.

Die Geschwindigkeit der Ausbreitung ist um so gröfser, je flüchtiger die sich ausbreitende Flüssigkeit, dies giebt sich auch durch Vergröfserung der Vertiefung und der Wasserbeule zu erkennen. Auch Temperaturerhöhung vermehrt die Intensität der Ausbreitung, ein Tropfen erwärmter bringt auf derselben kalten Flüssigkeit ebenfalls die erwähnten Ausbreitungsphänome hervor.

Der Verfasser bespricht ferner näher die bekannte Verdrängung einer Flüssigkeit durch eine andere, z. B. fetter Oele durch Alkohol auf Glas. Man hat diesen Vorgang bisher aus der verschiedenen Attraction des Glases gegen beide Flüssigkeiten erklärt, aber weder diese Annahme (denn die Beschaffenheit der Unterlage zeigt sich ohne Einflufs), noch auch die Zuhülfenahme der in den gekrümmten Flächenrändern wirksamen capillaren Kräfte reicht zur Erklärung aus. Der Verfasser sucht den Grund des Phänomens ebenfalls in der Ausbreitungstendenz des Alkohols, welcher die Oelfläche am Rande überzieht und dieselbe bei seiner Verbreitung mit sich fortreifst.

Von der Oelausbreitung, die nach der Meinung des Verfassers auch Ursache der plötzlichen Besänftigung der kleinen kräuselnden Wellen auf Wasserflächen ist, wenn schon die dauernde Beruhigung — wenn sie wirklich stattfindet — mit Franklin aus der vermindernden Adhäsion der Luft gegen die mit einer dünnen Oelschicht überzogene Wasserfläche erklärt werden könnte, unterscheidet sich die Alkoholausbreitung sehr wesentlich dadurch, dafs sie nicht die ganze Oberfläche überzieht, vielmehr einen bestimmten Durchmesser annimmt und sich, wenn für passenden Ersatz der verdunstenden Flüssigkeit gesorgt wird, in unveränderter Beschaffenheit erhält. Aus letzterem Grunde genügt für sie auch nicht die aus der Laplace'schen Capillaritätstheorie entnommene Erklärung, wonach, wie sich leicht zeigen läfst, ein schwimmender Tropfen, dessen Meridiancurve einen Wendepunkt hat, sich nicht im Gleichgewicht befinden kann,

überhaupt auch der Durchmesser eines Tropfens um so mehr wachsen mufs, je kleiner der Winkel wird, den seine freie Oberfläche mit der Oberfläche der Unterlage macht.

Der Verfasser construirte sich einen eigenen Apparat zur Darstellung der stationären Erscheinungen, bei welchem der Zuflufs des aus einer feinen Spitze auf die Oeloberfläche tretenden Alkohols geregelt und genau gemessen werden konnte. Wegen Beschreibung desselben mufs auf das Original verwiesen werden. — Läfst man aus der Spitze des Zuleitungsrohrs Alkohol auf die Oeloberfläche treten, so verbreitet sich über derselben eine Alkoholschicht, deren Durchmesser abhängig sein kann von der Ausflufsmenge, der Ausflufsgeschwindigkeit, der Verdampfung und der Diffusion in das Oel. Die Dicke der Schicht nimmt natürlich ab von der Mitte zur Peripherie, die Newton'schen Farbenringe treten daher in umgekehrter Folge auf.

Am Rande ist die bis dahin zusammenhängende Alkoholschicht in Fetzen zerrissen, sie erscheint von eigenthümlicher, graubrauner Färbung, auf das Grau folgt Bläulichweifs und die anderen Farben des ersten Ringes, dann der zweite Ring mehr oder weniger vollständig, endlich gegen das Centrum hin eine Schicht, deren Oberfläche, von unten her gesehen, körnig erscheint. — Jenseits des Grau nimmt man eine scharfe Falte wahr, hier dringt wahrscheinlich die Ausbreitungsströmung in das Oel ein.

Es wurde nun der Einflufs der einzelnen Bedingungen auf die Ausbreitung untersucht. Der Verfasser überzeugte sich durch einen besonderen Versuch, dafs die Ausbreitung noch eintritt, wenn bei vollkommner Sättigung der Luft mit Alkoholdampf keine Verdunstung mehr stattfinden kann. Doch war die Verdunstung von Einflufs auf den Vorgang, der Durchmesser der Ausbreitung zeigte sich gröfser in dem Fall, wo die Verdunstung gehemmt war, dabei waren die Farbenringe verwaschner, weil die Dicke der Alkoholschicht langsamer abnahm. Auf erhitztem Oel bildete sich bei zusammengeschrumpfter Ausdehnung ein sehr markirter Ring. Wird die sich ausbreitende Flüssigkeit angezündet, so erreichen die Bewegungserscheinungen, deren Intensität mit der Temperatur wächst, ihr Maximum.

Um den Einflufs der Ausflufsgeschwindigkeit auf die Ausbreitung zu ermitteln, liefs der Verfasser gleiche Flüssigkeitsmengen in gleichen Zeiten aus Oeffnungen verschiedener Weite (1:10) austreten, die Geschwindigkeit der austretenden Flüssigkeit zeigte sich ohne Einflufs auf den Durchmesser der Ringe von bestimmter Farbe, dagegen fand sich dieser der Ausflufsmenge nahezu proportional, daraus läfst sich schliefsen, dafs die Kraft, welche die mechanischen Effecte der Ausbreitung hervorruft, erst auf der Oberfläche des Oels entsteht. — Ist R der Radius der Ausbreitung bis zur äufseren Gränze des Grau, α der Verdunstungscoefficient des Alkohols, so mufs, abgesehen von der jedenfalls geringen, in das Oel diffundirenden Alkoholmenge, die Menge des zufliefsenden Alkohols sein: $m = \alpha R^2 \pi$, danach läfst sich der Verdunstungscoefficient bestimmen. Derselbe fand sich immer bedeutend gröfser, als der durch directe Beobachtung ermittelte. Der Verfasser suchte den Grund hiervon in gleichzeitig stattfindenden Luftströmungen, diese Ansicht wurde durch Versuche bestätigt, bei denen durch Aufblasen von trockner Luft unter Zusammenschrumpfung der Ausbreitung die Verdunstung noch mehr befördert wurde. Es ergab sich jetzt ein noch höherer Werth des Verdunstungscoefficienten, der aber mit dem unter gleichen Bedingungen direct bestimmten übereinkam.

Der für diese Versuche abgeleitete Ausdruck enthielt auch ein Glied, welches der in das Oel diffundirenden Alkoholmenge entsprach, diese zeigte sich unabhängig von dem Radius des Ausbreitungskreises, weil die Geschwindigkeit, mit welcher der Alkohol in das Oel eintritt, diesem Radius umgekehrt proportional ist.

Schliefslich fügt der Verfasser noch einige Bemerkungen hinzu über die Ursache der Ausbreitungserscheinungen. Er läfst es unentschieden, ob dieselben durch eine in dem zur dünnen Schicht ausgebreiteten Alkohol wirksame Abstofsung der kleinsten Theile (nach Analogie der die Verdunstung an der Oberfläche hervorrufenden) oder durch eine überwiegende Anziehung des Alkohols gegen das Oel hervorgerufen wird. *Wi.*

---

3. Capillarität.

C. A. Valson. Sur la théorie de l'action capillaire. C. R. XLVI. 95-97†.

Der Verfasser theilt im Auszuge den Inhalt zweier Aufsätze über Capillarwirkung mit, indem er die kleinen Bewegungen der Flüssigkeiten in Capillarröhren studirt hat und die Variationen der Capillarwirkungen, wenn sich die Zusammensetzung der Flüssigkeiten continuirlich ändert.

Um eine Glasplatte von 50^{mm} Durchmesser von lufthaltigem Wasser zu trennen, waren $9{,}97^{gr}$ nöthig, von luftfreiem $9{,}43^{gr}$. Für verschiedene Temperaturen sei y das Gewicht, welches nöthig ist, um die Platte von luftfreiem Wasser zu trennen, so wird y durch die Gleichung bestimmt

$$y = 8{,}60^{gr} + 0{,}02577\,(49^\circ - t),$$

wo t die Anzahl Grade unter 49° bezeichnet.

Flüssigkeiten, in verschiedenem Verhältnifs gemischt, gaben wesentliche Verschiedenheiten zwischen den Angaben von losgerissenen Platten und den Beobachtungen des Ansteigens der Flüssigkeit in Capillarröhren.

Der Verfasser glaubt in seinen Abhandlungen eine vollständige Erklärung dieser Erscheinungen gegeben zu haben. *Q.*

J. J. Waterston. On capillarity and its relation to latent heat. Phil. Mag. (4) XV. 1-19†.

Der Verfasser geht von der Ansicht aus, dafs, wenn die Capillarität einer Flüssigkeit ein Theil der Cohäsionskraft der Oberflächenschicht ihrer Moleciile ist, numerische Relationen mit der latenten Wärme ihrer Dämpfe nachzuweisen sein müssen, wenn die latente Wärme das Maafs der flüssigen Cohäsion ist.

Die angewandten Röhren und Platten wurden mit Schwefelsäure und destillirtem Wasser kurz vor jedem Versuche gereinigt.

Zwei Glasröhren *A* und *B* von 0,242", resp. 0,137" innerem

und 0,270″, resp. 0,152″ äufserem Durchmesser wurden vertical vor der Doppellinse eines photographischen Apparates aufgestellt, und ihr durch eine ARGAND'sche Lampe erleuchtetes 40 Mal vergröfsertes Bild auf eine 30′ entfernte verticale weifse Wand geworfen. Eine capillare Pipette liefs auf den äufseren Rand der Röhre Wasser fliefsen, und während das Niveau in der Capillarröhre stieg, vergröfserte sich der unten anhängende Tropfen, bis er abfiel, und der Stand des Wassers in der Capillarröhre sank. Der sinus versus der capillaren Kuppe in der Röhre ward constant angenommen, und also ein Minimum- und Maximum-Stand in der Capillarröhre beobachtet.

Der Verfasser stellt sich dann die Frage, ob das Verhältnifs zwischen dem Betrage der vollbrachten Arbeit (gemessen durch das Heruntergehen des Schwerpunktes) und dem Betrage der entblöfsten oder frei gewordenen Oberfläche constant ist.

Das Volumen der Flüssigkeit wurde, als Revolutionskörper angesehen, durch eine graphische Integration der erzeugenden Fläche bestimmt, und für jede Zeichnung erhielt man

1) die Lage des Schwerpunktes auf der verticalen Axe;
2) das Volumen der aufgesogenen (suspended) Flüssigkeit;
3) die Ausdehnung der Flüssigkeitsoberfläche.

Die von einer bis zur anderen dieser Contouren vollbrachte Arbeit wurde als das Product des Abstandes der Flüssigkeitsschwerpunkte in das mittlere Volumen der ausgeflossenen Flüssigkeit angesehen, und die dem entsprechende frei gewordene Oberfläche war die Differenz der Oberflächen zu diesen beiden Zeiten. Es berechnete sich dann dieser Quotient

$$Q = \frac{\text{Freie Oberfläche}}{\text{Vollbrachte Arbeit}} = \frac{a^2}{b^3 c},$$

wo $a = \sqrt{\ }$ aus der Oberflächendifferenz, $b = \sqrt[3]{\ }$ aus dem mittleren Flüssigkeitsvolumen, c den verticalen Abstand zweier Schwerpunkte in Zollen bedeutet. Die Versuche ergaben $Q = 132{,}3$ für die Röhre A, 126 und 134 für die Röhre B.

Eine Röhre C von 0,083″ und 0,129″ innerem und äufserem Durchmesser ergab $Q = 129$ und $= 127$.

Die Temperatur bei allen diesen Versuchen, die etwa um 5 Procent verschiedene Werthe geben, war 86° F. und der Ver-

fasser schliefst daraus, dafs dieser Quotient einen constanten Werth hat.

Können wir uns nun schon mit diesem Schlufs nicht vollkommen einverstanden erklären, so ist dies in noch höherem Grade mit den Schlüssen der Fall, die der Verfasser im weiteren Verlauf seiner Abhandlung zieht, wenigstens soweit wir dieselben haben verstehen können.

Der Verfasser sucht aus dem Gewicht, welches nöthig ist, einen nassen verticalen Papierstreifen von Wasser abzureifsen, auf die Gröfse des Quotienten Q zu schliefsen, und wir müssen bekennen, dafs wir nicht begreifen, wie man bei dieser Beobachtungsmethode zu constanten Zahlenwerthen kommen kann.

Der Verfasser geht dann auf die Beobachtungen von Simon[1]) ein, der an engen Capillarröhren die Steighöhe für Wasser nicht in Uebereinstimmung mit derjenigen fand, die die Theorie aus Beobachtungen der Steighöhe zwischen parallelen Planplatten gab. Eine Vergleichung der Capillarsäulen verschiedener Flüssigkeiten in Röhren und zwischen Platten ergab, dafs Schwefelsäure, Salpetersäure, Ammoniak und concentrirte Kohlsalzlösung dieselbe Anomalie, wie destillirtes Wasser zeigten, dagegen andere Flüssigkeiten, die nicht als wäfsrige Lösungen angesehen werden können, von dieser Anomalie frei sind, wie Alkohol, Schwefeläther etc.

Der Verfasser erhielt folgende Werthe für Q bei diesen verschiedenen Flüssigkeiten nach der oben angegebenen Methode:

228 absoluter Alkohol,
261 Schwefeläther,
199 Camphen (212),
355 Chloroform,
225 Essigsäure,
262 Essigäther,
225 Aceton,
288 Schwefelkohlenstoff,
257 Chlorschwefel,
143 Ammoniak,
263 Schwefelsäure,

[1]) Berl. Ber. 1850, 51. p. 25.

270 Salpetersäure,
132 destillirtes Wasser.

Ist h die capillare Steighöhe in einer Röhre von dem Durchmesser d, so ist

$$Q = \frac{4}{dh}.$$

Der Werth für absoluten Alkohol wurde durch graphische Interpolation aus Beobachtungen an wäfsrigem Alkohol von verschiedenem Procenthalt abgeleitet.

Die wenigen Beobachtungen über den Einflufs der Temperatur auf die Gröfse von Q stimmen nicht mit den Beobachtungen von Simon, wohl aber mit denen von Wolf [1]) und Brunner [2]).

Die Abhandlung schliefst mit einer weitläuftigen Betrachtung, worin die latente Wärme des Dampfes einer Flüssigkeit als die gesammte Cohäsionskraft ihrer Molecüle hingestellt, und aus diesen Relationen dann die absolute Gröfse eines Molecüles abgeleitet wird. In Bezug auf diesen hypothetischen Theil müssen wir jedoch auf die Arbeit selbst verweisen, zumal er auf die oben erwähnten Versuche mit dem vom Wasser abgehobenen Papierstreifen basirt ist. Q.

J. X. Artur. Indication des principales erreurs sur lesquelles Laplace a basé sa théorie capillaire, suivie du rappel de l'accord entre les expériences de Simon de Metz, Gay-Lussac, Hauy et Newton avec celles de l'auteur, d'après la théorie de ce dernier, et résumé des principales applications de la même théorie capillaire à la physique, à la chimie et à l'organisation. C. R. XLVI. 1085-1086†.

Die kurze Note, welche dieser Ueberschrift folgt, sagt, dafs der Verfasser aufser den in der Ueberschrift erwähnten Versuchen mit vielen Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen in Capillarröhren experimentirt hat, dafs die Flüssigkeiten bei der Benetzung fester Körper eine Condensation erleiden, und dafs Theorie und Versuche die Endosmose und Exosmose, die Absorption von

[1]) Berl. Ber. 1857. p. 48.
[2]) Berl. Ber. 1846. p. 14, 1849. p. 19.

Ammoniak, die Contactwirkungen in der Chemie, die Lebenskraft etc. erklären. Leider sind aber von der so viel umfassenden Arbeit nichts weiter als diese Andeutungen gegeben. *Q.*

G. Quincke. Ueber die Capillaritätsconstanten des Quecksilbers. Pogg. Ann. CV. 1-48†; Ann. d. chim. (3) LV. 227-241†; de constantibus mercurii capillaribus dissert. inaug. Berolini 1858†.

Die vorhandenen Theorien der Capillaritätserscheinungen führen immer unter der Voraussetzung, dafs der Gleichgewichtszustand eingetreten ist, auf zwei Hauptsätze, die durch den Versuch geprüft werden können. Bezeichnet ϱ und ϱ_1 den gröfsten und kleinsten Krümmungsradius eines Punktes P der freien Oberfläche einer Flüssigkeit, so ist der Druck p in diesem Punkte der Oberfläche

$$(1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad p = K \pm \frac{H}{2}\left(\frac{1}{\varrho} + \frac{1}{\varrho_1}\right)$$

wo K und H Constante bedeuten, und das obere oder untere Vorzeichen gilt, je nachdem die Oberfläche die convexe oder concave Seite nach aufsen kehrt. K ist der Druck in einem Punkte einer horizontalen Flüssigkeitsoberfläche, während H von der Anziehung der Flüssigkeitstheilchen auf sich selbst, d. h. von der Natur der Flüssigkeit abhängt.

Wenn dann θ den Winkel bezeichnet, unter welchem die freie Oberfläche einer Flüssigkeit die Oberfläche eines festen Körpers schneidet, so ist

$$(2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \theta = \text{const}$$

für dieselbe Flüssigkeit und denselben festen Körper, jedoch von der Gestalt der Oberfläche der Flüssigkeit und des festen Körpers unabhängig. Benetzt eine Flüssigkeit den festen Körper, so wird $\theta = 0$, und die Erscheinungen sind grade so, als ob die feste Wand von den Theilchen der Flüssigkeit selbst gebildet wird.

Der Verfasser geht nun auf die Versuche ein, durch welche diese beiden Haupttheoreme nachgewiesen worden sind. Während bei benetzenden Flüssigkeiten, wo das erste Haupttheoren allein in Anwendung kommt, und besonders bei Wasser viele

Versuche vorliegen, war dies bei einer nicht benetzenden Flüssigkeit, dem Quecksilber, nicht der Fall, wenigstens stimmen die vorliegenden Zahlen der verschiedenen Beobachter nicht mit einander.

Wenn man $\frac{H}{sg} = a^2$ setzt, wo s die Dichtigkeit des Quecksilbers, g die beschleunigende Kraft der Schwere, H die Constante des ersten Hauptsatzes ist, so wurden nach verschiedenen Methoden folgende Werthe für θ und a gefunden:

	θ	a
Young . . .	40°	
Laplace . .	42 12′	2,55mm
Gay-Lussac .	45	
Poisson . . .	45 30	2,554
Bravais . . .	35 58	
Bohnenberger	56	
Hagen . . .		2,68 bis 2,62
Bède		2,66
Danger . . .	37 52	2,59
Desains . . .	41 36,5	2,62 bis 2,65

In Bezug auf die Methoden selbst, nach denen diese Werthe gefunden wurden, müssen wir auf die Originalarbeit verweisen.

Der Verfasser hat nun θ unabhängig von a^2 zu bestimmen gesucht. Ein Quecksilbertropfen auf einer horizontalen Unterlage kann als Rotationsoberfläche angesehen werden. Die Linie, in der eine verticale, durch die Tropfenspitze gehende Ebene die horizontale Unterlage schneidet, sei die x Axe, die y Axe darauf senkrecht und der Anfangspunkt der Coordinaten sei der Schnittpunkt der freien Quecksilberoberfläche mit der x Axe. Man kann dann in der Nähe des Anfangspunktes der Coordinaten die Curve durch die Gleichung

$$(3) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad y = Ax + Bx^2$$

wiedergeben, wo A und B Constante sind, die aus der Beobachtung von horizontalen und verticalen Coordinaten sich bestimmen lassen. Es ist dann

$$(4) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad A = \left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=0} = \operatorname{tg} \theta,$$

wo θ der gesuchte Contingenzwinkel.

Die Messung der Coordinaten geschah mittelst eines auf Glas getheilten Mikrometers, das in dem Ocular eines horizontalen Mikroskopes von 60facher Vergröfserung angebracht war.

Da vorläufige Messungen in freier Luft $\theta = 36°$ ergeben hatten, so wurden die Quecksilbertropfen in einen von der äufseren Luft luftdicht abgesperrten Raum gelegt, der mit Schwefelsäure trocken gehalten wurde, und in den man durch ein geschliffenes Planglas hineinsehen konnte. Dieser Raum konnte auch luftleer gemacht werden, und eine Barometerprobe gestattete den Grad der Luftverdünnung abzulesen.

Das angewandte Quecksilber war chemisch rein aus Quecksilberoxyd durch Destillation in einer Porcellanretorte dargestellt, obwohl dieselben Erscheinungen auch bei käuflichem reinem Quecksilber auftreten. Die Glasplatten, welche die Tropfen trugen, die Gefäfse und Trichter, mit welchen das Quecksilber aufgelegt wurde, wurden sorgfältig mit concentrirter Schwefelsäure und destillirtem Wasser vor dem Gebrauche gereinigt. Die Horizontalität des Glastisches wurde mit einer Dosenlibelle oder einem Apparate mit drei kleinen Pendeln aus Coconfäden controllirt, indem man beobachtete, ob das Spiegelbild des einen Pendels in der Glasplatte vertical war.

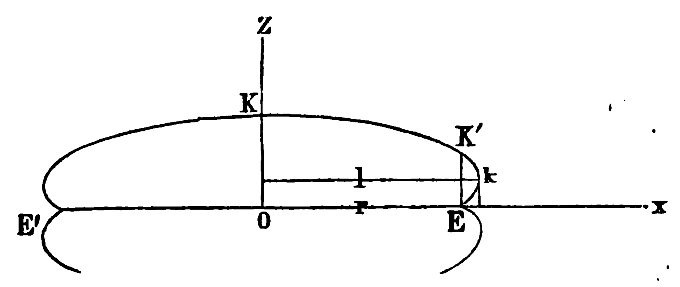
Die Messungen an Tropfen von $0{,}0386^{gr}$ bis $0{,}0345^{gr}$ Gewicht ergaben nach der angegebenen Methode für θ Werthe, die zwischen $41° 37'$ und $47° 41'$ schwankten und etwa bis auf 1° genau waren. Das Mittel aus 31 Beobachtungsreihen an 13 Tropfen gab

$$\theta = 44° 39'.$$

Der Verfasser schob den Mangel eines constanten Resultates auf Ungenauigkeit der angewandten Methode und wandte daher ein Verfahren an, das von Neumann herrührt und a^2 und θ gleichzeitig zu bestimmen gestattet.

Es sei K der höchste Punkt der Oberfläche eines Quecksilbertropfens, der auf einer horizontalen Glasplatte EE' liegt; OK sei die verticale z, OE die horizontale x Axe. Die Punkte KK' und k haben die resp. Ordinaten

$$x = o \qquad x = r \qquad x = l$$
$$z = K \qquad z = K' \qquad z = k.$$



Der Krümmungsradius der Oberfläche in K ist constant $= \mu$. Dann gilt für einen Punkt der freien Oberfläche die Differentialgleichung

$$\frac{\frac{d^2z}{dx^2}}{\left(1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}+\frac{\frac{1}{x}\frac{dz}{dx}}{\sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]}}=2\left(\frac{K-z}{a}+\frac{1}{\mu}\right).$$

Diese Gleichung mit dz multiplicirt, von z bis K integrirt, giebt

$$1+\frac{a^2}{\mu^2}-\frac{1}{\sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]}}+\int_z^K\frac{\frac{dz}{x}\frac{dz}{dx}}{\sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]}}=\left(\frac{K-z}{a}+\frac{a}{\mu}\right)^2.$$

Setzt man in dieser Gleichung $z = k$, und berücksichtigt, dafs für $z = k$ die reciproke $\sqrt{}$ verschwindet, so ergiebt sich schliefslich

$$(5)\quad a=\frac{K-k}{\sqrt{\left[1+\frac{a^2}{\mu^2}+\int_k^K\frac{\frac{dz}{x}\frac{dz}{dx}}{\sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]}}-\frac{a}{\mu}\right]}}$$

Der Werth des $\int_k^K$ wird angenähert bestimmt, und zwar findet er sich

$$\int_k^K\frac{\frac{dz}{x}\frac{dz}{dx}}{\sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]}}=\frac{a}{3\lambda}\left\{\left(2-\left(\frac{K-K'}{a}+\frac{a}{\mu}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}\right.$$
$$\left.-\left(2-\left(\frac{K-k}{a}+\frac{a}{\mu}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}\right\}$$
$$+\frac{1}{2}\left(\frac{dz}{dx}\right)^2_{z=K'}-\frac{3}{8}\left(\frac{dz}{dx}\right)^4_{z=K'}+z\,\frac{K-K'}{\mu}+\left(\frac{K-K'}{a}\right)2$$

wo λ eine Gröfse zwischen l und r ist, und

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)^2_{z=K'} = \frac{\left\{2-\left(\frac{K-K'}{a}+\frac{a}{\mu}\right)^2\right\}\left\{\frac{K-K'}{a}+\frac{a}{\mu}\right\}^2}{\left\{1-\left(\frac{K-K'}{a}+\frac{a}{\mu}\right)^2\right\}^2}$$

$$\mu = 2{,}8634\, a \sqrt{\frac{a}{l'}} \cdot e^{\frac{l'}{a}\sqrt{2}}$$

$$l' = l + 0{,}41421\, a.$$

Die Correctionsglieder wurden mit dem angenäherten Werthe $a = K - k$ berechnet. Der Werth von θ ergiebt sich dann aus der Gleichung

$$(6) \quad . \quad 1+\cos\theta = \left(\frac{K}{a}+\frac{a}{\mu}\right)^2 - \frac{a^2}{\mu^2} - \int_0^K \frac{\frac{dz}{x}\frac{dz}{dx}}{\sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]}},$$

wo wieder angenähert

$$\int_0^K \frac{\frac{dz}{x}\frac{dz}{dx}}{\sqrt{\left[1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right]}} = \frac{a}{3\lambda}\left\{\left(2-\left(\frac{K-K'}{a}+\frac{a}{\mu}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}} - \left(2-\left(\frac{K-k}{a}+\frac{a}{\mu}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}\right\} + 2\frac{K-K'}{\mu}$$
$$+\left(\frac{K-K'}{a}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{dz}{dx}\right)^2_{z=K'} - \frac{3}{8}\left(\frac{dz}{dx}\right)^4_{z=K'}$$

ist.

Die Werthe von $K\ K'\ k\ l\ r$ wurden nun mit einem Kathetometer von besonderer Einrichtung gemessen, das diese Werthe bis auf 0,001^{mm} genau mit grofser Schnelligkeit zu bestimmen gestattete. Es wurden dabei die Unterabtheilungen von halben Millimetern durch Ocularmikrometer nach Art eines Nonius bestimmt, jedoch müssen wir in Bezug auf die speciellere Einrichtung auf die Zeichnung der Originalarbeit verweisen.

Die Messungen zeigten nun, dafs die Quecksilbertropfen keine Gleichgewichtslage annahmen, indem K und k kleiner, K' gröfser wird, die Constante a also abnimmt. Die Abnahme ist kurz nach dem Auflegen der Tropfen sehr schnell, später langsamer und dauert mehrere Tage. Das Quecksilber wird dabei schwer beweglich, Eindrücke auf seiner Oberfläche ver-

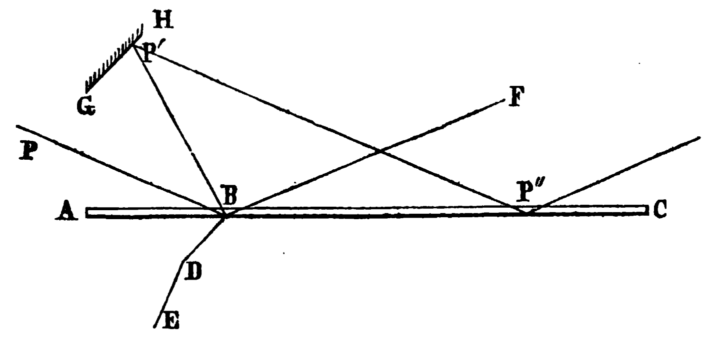
schwinden äufserst langsam und kleine Erschütterungen verrücken plötzlich die Gestalt, so dafs a wieder einen gröfseren Werth annimmt. So ergaben die Messungen an einem Tropfen von 13,014gr

a	θ
2,941mm	57° 43′
2,816mm	51° 37′

wo zwischen den beiden Beobachtungen die Zeit lag, welche nöthig war, um den die Quecksilbertropfen enthaltenden Raum zu evacuiren. Dieselbe Abnahme der Constante a fand der Verfasser bei Tropfen bis zu 1500gr Gewicht, bei käuflichem und und reinem Quecksilber. Sie blieb ebenso deutlich, als das Quecksilber erst in den luftleeren Raum gebracht, oder in Wasser oder reiner Chlorwasserstoffsäure beobachtet wurde. Mit glühender Kohle wurde die letzte Spur Sauerstoff fortgenommen, da die Luftpumpe nicht vollkommen evacuirte, und doch zeigte sich die Abnahme von a und dem entsprechend eine Aenderung von θ, so dafs einer Oxydation des Quecksilbers diese Aenderungen nicht zugeschrieben werden können.

Schliefslich hat der Verfasser den Winkel θ noch nach einer Methode direct bestimmt, die eine Genauigkeit bis auf Minuten zuläfst.

Eine horizontale Glasplatte AC sei auf einen Quecksilbertropfen gelegt, der in einem Uhrglase ruht. BD sei das letzte



Element der freien Tropfenoberfläche, DBA der Winkel θ, der bestimmt werden soll. Ein leuchtender Punkt P sende ein Bündel paralleler Lichtstrahlen auf B, so wird das in F be-

findliche Auge des Beobachters durch Reflexion von der Fläche AC ein erstes Bild des leuchtenden Punktes in BC sehen. Die Lichtstrahlen des Punktes P werden aber auch von der Fläche BD reflectirt, und fallen auf einen Spiegel GH, der um eine Axe senkrecht auf der Ebne der Zeichnung drehbar ist. Ist $GH \nparallel BD$, so wird der Lichtstrahl $P'P'' \nparallel PB$ reflectirt und ein in F befindliches Auge sieht zu gleicher Zeit das durch einmalige Reflexion entstandene erste, und das durch dreimalige Reflexion entstandene zweite Bild des Punktes P. Steht der Spiegel $GH \nparallel$ mit einem anderen Elemente DE der krummen Quecksilberoberfläche, so wird in F ebenfalls ein zweites Bild des leuchtenden Punktes zu sehen sein; dreht man nun den Spiegel GH, so sieht man ein zweites Bild des leuchtenden Punktes bis zu dem Augenblicke, wo $GH \nparallel BD$ steht. Dreht man jetzt noch ein wenig weiter, so verschwindet das zweite Bild, und dieser Moment des Verschwindens läfst sich sehr scharf beobachten. Die Neigung des Spiegels GH gegen die Horizontale giebt direct den Winkel θ.

Benutzt man als leuchtenden Punkt die Flamme einer Argand'schen Lampe, so ist das erste Bild eben so grofs wie die Flamme, das zweite variable Bild sehr klein wegen der Krümmung der freien Quecksilberoberfläche, und auf dem dunklen Grunde des ebenfalls von AC gespiegelten Spiegels GH scharf zu sehen. Der Spiegel war ein kleiner Stahlspiegel, der an einem Oertling'schen Goniometer befestigt war.

Bei den Beobachtungen wurde die nöthige Sorgfalt getroffen, dafs der Stahlspiegel $\nparallel$ mit der Goniometeraxe stand; der Fehler der Glasplatte AC, die niemals genau horizontal lag, wurde ebenfalls berücksichtigt.

Die Quecksilbertropfen lagen entweder in einem Uhrglas oder zwischen zwei horizontalen Plangläsern, welche durch ein kleines Hufeisen mit drei Glaskugeln von gleicher Dicke auseinandergehalten wurden. Waren die Tropfen klein, so wurde ein Theil der oberen Glasplatte mit einem Silberspiegel nach Petitjean's Verfahren belegt.

Die Beobachtungen in freier Luft sowohl, wie im luftleeren Raum ergaben durchaus keinen constanten Werth für θ. Wurde

dieselbe Platte zu verschiedenen Malen nach einander aufgelegt, so wurden verschiedene Werthe für θ erhalten, so dafs die Art des Auflegens den Winkel zu modificiren scheint. So fand sich für Glas bei 17° 5′ in trockener Luft

$$\theta = 38^\circ\, 17' \quad 39^\circ\, 19' \quad 39^\circ\, 49',5 \quad 40^\circ\, 2',5.$$

Die Messungen lagen nur wenige Minuten auseinander.

Bei einer frisch gespaltenen Gypsplatte unter denselben Verhältnissen

$$\theta = 42^\circ\, 54' \quad 42^\circ\, 37' \quad 42^\circ\, 21',$$

und nachdem sie von neuem aufgelegt war,

$$40^\circ\, 44' \quad 41^\circ \quad 41^\circ\, 8'.$$

Bei einer anderen Glasplatte schwankte θ zwischen 57° 59′ und 47° 40′. Bei einigen Tropfen von 2,5^{mm} Durchmesser wurde gefunden

$$\theta = 27^\circ\, 23' \quad 29^\circ\, 51' \quad 31^\circ\, 35'.$$

An benetzten Platten hat der Verfasser kein Verschwinden des zweiten reflectirten Bildes beobachten können, so dafs hier $\theta = 0^\circ$ Grad sein mufs.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich also deutlich, dafs der Winkel θ ebenso wie die Constante a sich so schnell ändert, dafs eine genaue Bestimmung derselben nicht möglich ist.

Von einer Oxydation des Quecksilbers scheinen diese Aenderungen nicht herzurühren, und es scheinen noch andere Kräfte mitzuwirken, die das Eintreten des Gleichgewichtszustandes verhindern. Bei den vom Verfasser angewandten Methoden wurden a und θ unabhängig von einander bestimmt, und dafs die Werthe von a sich gröfser, als die früheren, z. B. aus den Beobachtungen von Desains abgeleiteten ergeben, erklärt sich einfach durch die gröfsere Schnelligkeit, mit der die Coordinaten gemessen werden konnten.

Der Verfasser glaubt, dafs möglicher Weise dieses langsame Eintreten des Gleichgewichtszustandes der capillaren Oberfläche ein Analogon zu der von W. Weber gefundenen elastischen Nachwirkung sei, und dafs die constanten Resultate früherer Beobachter sich zum Theil durch die grofse Reibung in Capillarröhren erklären lassen.

In der lateinischen Dissertation befindet sich am Schlufs

ein ziemlich vollständiges Verzeichnifs der Arbeiten der Capillarität. *Q.*

G. Osann. Ueber Capillarität. Verh. d. Würzb. Ges. IX. 44-52†.

Der Verfasser behandelt bekannte Phänomene der Capillarität auf elementare Weise, indem er von dem schon von Gauss ausgesprochenen Princip ausgeht, dafs die Oberfläche der Flüssigkeit immer ein Minimum zu werden strebt. *Q.*

C. Langberg. Om Capillaritetens Indflydelse paa Areometerets Angivelser. Physikalske Meddelelser ved A. Arndtsen. Christiania 1858. p. 1-19; Pogg. Ann. CVI. 299†; Phil. Mag. (4) XVIII. 113-119.

Der Verfasser sucht die verschiedenen fehlerhaften Angaben von Aräometern durch die verschiedene Höhe des Flüssigkeitsmeniscus zu erklären, der sich bei verschiedenen Flüssigkeiten verschieden an der äufseren Peripherie des Aräometers in die Höhe zieht.

Das Gewicht des Aräometers ist um das Gewicht des gehobenen Flüssigkeitsvolumens vermehrt, und dies ist bei Alkohol geringer als bei Wasser. Sucht man also nach der Brisson'schen Methode ein Alkoholometer zu prüfen, indem man es mit Gewichten belastet, damit es im Wasser bis zu demselben Theilstrich einsinkt, so findet man, dafs es einen zu grofsen Alkoholgehalt angiebt.

Der Verfasser berechnet mit Hülfe einer von Hagen in den Abh. d. Berl. Ak. 1846. p. 11 angegebenen Methode das Gewicht des gehobenen Flüssigkeitsvolumens

$$G = 2\pi r \cdot T,$$

wo $2\pi r$ der Umfang des Aräometerrohrs und T die Gröfse der Spannung ist in einem Streifen der freien Flüssigkeitsoberfläche von der Breite 1.

Nennt man k das Gewicht der Volumeneinheit Flüssigkeit, so ist

$$T = mk = \frac{a^2}{2} k,$$

wenn a die Steighöhe an einer verticalen Planplatte bedeutet. Ist dann h die Höhe, um welche das Aräometer zu tief einsinkt, so mufs

$$h \cdot \pi r^2 k = G = 2\pi r \cdot T$$

sein, oder

$$h = \frac{2m}{r}.$$

Bei einer anderen Flüssigkeit wird

$$h' = \frac{2m'}{r}$$

sein, und der durch Capillarität hervorgebrachte Theilungsfehler des Aräometers $= h - h'$.

Durch Messen des Ansteigens der Flüssigkeit an einem Glascylinder von 17,821^{mm} Durchmesser bestimmte der Verfasser nach HAGEN'schen Formeln den Werth von T für Alkohol von verschiedenem Procentgehalt. Sind p die Gewichtsprocente Alkohol, so läfst sich T durch die Interpolationsformel darstellen

$$T = 3{,}96798 - 0{,}0204867\, p,$$

wo man T in Milligrammen ausgedrückt erhält. Die Temperatur schwankte zwischen 13° und 18° C.

Die mit diesen Werthen von T resp. m berechneten Werthe von $h - h'$ stimmen sehr gut mit den beobachteten Fehlerdifferenzen der Aräometer. *Q.*

---

4. Diffusion.

---

5. Dichtigkeit und Ausdehnung.

H. KOPP. Zur Erklärung ungewöhnlicher Condensationen von Dämpfen. LIEBIG Ann. CV, 390-394†.

Hr. KOPP erklärt die ungewöhnlichen Condensationen, welche sich, statt der normalen Condensation auf 4 Volume, für manche Verbindungen im Dampfzustande ergeben durch die Annahme, welche durch neuere Beobachtungen von DEVILLE unterstützt

wird, dafs in höheren Temperaturen ein Zerfallen in die Bestandtheile eintreten könne, welche sich in niederer Temperatur wieder vereinigen, so dafs also in jenen hohen Temperaturen nicht das Volum der Verbindung selbst, sondern nur die Summe der Volume ihrer Bestandtheile gefunden werde. — Als Beispiele mögen folgende dienen: Phosphorsuperchlorid zeigt bei sehr hoher Temperatur eine constante Dampfdichte, welche einer Condensation auf 8 Volume entspricht, um diese zu erklären, wäre ein Zerfallen in die Bestandtheile anzunehmen. Die Dampfdichte, welche Bineau für die Haloidsalze des Ammoniums fand, ergiebt für diese eine Condensation auf 8 Volume, diese Anomalie wird beseitigt, sobald man annimmt, dafs die genannten Verbindungen bei der Verdampfungstemperatur zerfallen in 4 Volume NH_3 und 4 Volume HCl oder HCy etc. *Wi.*

S. Cannizaro. Sulla spiegazione di alcune insolite condensazioni di vapori. Cimento VII. 375-378†.

Hr. Cannizaro macht darauf aufmerksam, dafs er die von Kopp für das Vorkommen scheinbar anomaler Dampfcondensationen gegebene Erklärung schon im VI. Bande des Cimento in ganz übereinstimmender Weise ausgesprochen habe. Er fügt noch einige Angaben hinzu zur Bestätigung derselben, so wird namentlich die von Bineau mitgetheilte Beobachtung über die Dampfdichte des ersten Hydrats der Schwefelsäure durch die Annahme des Zerfallens in wasserfreie Schwefelsäure und Wasser auf die allgemeine Regel zurückgeführt.

Hr. Cannizaro hält demnach die zuerst von Avogadro und Ampère aufgestellte Ansicht, wonach gleiche Volume gasförmiger Körper immer gleich viel Molecüle enthalten — aber nicht gleich viel Atome, dies unterscheidet Hr. Cannizaro auch in Bezug auf einfache Gase, indem er der Ansicht beitritt, dafs auch die Molecüle der einfachen Körper aus einer gröfseren und nicht bei allen gleichen Anzahl von Atomen bestehen können, — die Moleculargewichte mithin dem specifischen Gewicht der Dämpfe proportional werden, für einfache sowohl als für zusammengesetzte Körper, für durchgehends bestätigt. *Wi.*

Spakowsky. Moyen pour la préparation des liqueurs à poids spécifique donné. Densimètre construit par lui. C. R. XLVI. 1113-1115†.

Der Verfasser schlägt zur Herstellung von Flüssigkeitsmischungen (Alkohol, Schwefelsäure etc. mit Wasser) vom Concentrationsgrade und specifischem Gewicht einer gegebenen Probe folgendes Verfahren vor:

Ein cylindrisches Platingefäſs, oben mit einem nach Art der Aneroidbarometer sehr dünn ausgearbeiteten Deckel, unten mit einem Hahn versehen, wird an der Schaale einer empfindlichen Wage aufgehängt und ins Gleichgewicht gebracht, dann mit der Probeflüssigkeit gefüllt und schlieſslich in die bereitete Mischung getaucht. — Wenn man die Gleichheit der Concentration erreicht hat, ist das Gleichgewicht wieder hergestellt, Correctionen für Temperaturdifferenzen sind nicht erforderlich, weil diese sich sofort ausgleichen, der inneren Flüssigkeit aber wegen der Beweglichkeit des Deckels jede Volumänderung gestattet ist. *Wi.*

C. Drion. Note sur la dilatabilité des liquides chauffés à des temperatures superieures à celle de leur ébullition. C. R. XLVI. 1235-1237†; Pogg. Ann. CV. 158-160; Chem. C. Bl. 1858. p 575.

Nach der Angabe von Thilorier, welcher der flüssigen Kohlensäure zwischen 0 und 30° einen mittleren Ausdehnungscoefficienten von 0,0142 beilegt, vermuthete der Verfasser, daſs auch andere Flüssigkeiten bei Temperaturen hoch über ihrem Siedpunkt einen Ausdehnungscoefficienten von entsprechend hohem Werthe besitzen möchten. Er fand dies bestätigt für Chlorwasserstoffäther und für schweflige Säure. Bei Anstellung der Versuche wurde folgendermaſsen verfahren:

Die Flüssigkeit befand sich in einem Ausfluſsapparat, mit getheilter Röhre bei bekanntem Verhältniſs der Skalentheile zum Volum des Gefäſses, von der Construction der Walferdin'schen Maximumthermometer, neben einem empfindlichen Thermometer unter einer umgestürzten Glocke, welche Wasser oder Chlorcalciumlösung enthält. — Die ganze Vorrichtung war von einer Blechhülle umgeben, die mit zwei von Glim-

merplatten verschlossenen Fenstern versehen war, und in welcher die Temperatur durch Gasheizung beliebig erhöht und stationär erhalten werden konnte. Nachdem für ein bestimmtes Temperaturintervall die Differenz des Standes der Flüssigkeit in der Röhre abgelesen war, wurde die Temperatur um etwa 10° erhöht, so daſs ein Theil der Flüssigkeit ausfloſs, die Beobachtung konnte sodann für ein neues Intervall ausgeführt werden. Der Ausfluſsschnabel der Röhre war von bedeutender Länge bei sehr geringem Durchmesser, damit nicht durch Dampfübergang aus dem unteren Gefäſs in das bei niedrigerer Temperatur erhaltene Ausfluſsgefäſs eine Störung der Beobachtungen hervorgerufen werde, die übrigens nur eine Verkleinerung der erhaltenen Werthe hätte veranlassen können. Diese waren folgende:

Nennt man α den scheinbaren Ausdehnungscoefficienten in Theilen des der unteren Temperaturgränze entsprechenden Volums, so ist:

Für Chlorwasserstoffäther bei 0° $\alpha = 0{,}00157$ (nach Pierre)

zwischen	121 und 128°	$\alpha = 0{,}00360$,
-	128 und 134°	$\alpha = 0{,}00421$,
-	144,5 und 149,25°	$\alpha = 0{,}00553$.

Für schweflige Säure:

zwischen	0 und 18°	$\alpha = 0{,}00193$,
-	91 und 99,5°	$\alpha = 0{,}00368$,
-	108,5 und 115,5°	$\alpha = 0{,}00463$,
-	116 und 122°	$\alpha = 0{,}00533$,
-	122 und 127°	$\alpha = 0{,}00600$.

Wi.

Meyer. Moyen expéditif pour la détermination de la pesanteur spécifique. C. R. XLVII. 999-999†; Phil. Mag. (4) XVII. 150-151.

Taucht man den längeren Arm eines umgekehrten Hebels in ein mit Wasser gefülltes Gefäſs, so flieſst anfangs etwas Wasser aus, bald aber stellt sich bei einem gewissen Stande der Flüssigkeit in dem Heberrohr das Gleichgewicht wieder her. Wird nun ein Körper eingetaucht, so flieſst eine dem Volum des

letzteren entsprechende Wassermenge aus, durch deren Wägung kann das specifische Gewicht des Körpers unmittelbar gefunden werden. Der Verfasser versichert, durch dies einfache Verfahren mit anderweitigen Angaben genau übereinstimmende Resultate erhalten zu haben. *Wi.*

H. Schiff. Methode zur Bestimmung des specifischen Gewichts. Erdmann J. LXXV. 380-381; Polyt. C. Bl. 1859. p. 341-341; Liebig Ann. CVII. 59-64†; Cimento VIII. 235-236; Chem. C. Bl. 1858. p. 701-701.

Hr. Schiff empfiehlt eine sehr einfache Methode zur Ermittlung des specifischen Gewichts fester Substanzen, welche nach angestellten Parallelbestimmungen dieselbe Genauigkeit gewährt, als die viel umständlicheren Pyknometerbeobachtungen.

In einem mit Cubikcentimetertheilung versehenen Reagenzröhrchen, von mäſsiger Weite und gleichmäſsigem Kaliber, wird zunächst eine beliebige Quantität einer die betreffende Substanz nicht angreifenden Flüssigkeit (Alkohol, Steinöl, Benzin) abgewogen, der Stand der Flüssigkeit genau abgelesen, dann die gröblich gepulverte Substanz eingetragen, wieder gewogen und abgelesen. — Man kennt dann das Gewicht der Substanz in Grammen, sein Volum in Cubikcentimetern, also auch das specifische Gewicht als Quotienten aus beiden. Anhängende Luftbläschen müssen durch leichtes Klopfen oder mittelst eines mit Quecksilber und Sublimatlösung eingeriebenen Eisendrahts entfernt werden.

Der Verfasser hebt schliefslich hervor, dafs sich diese Methode durch Anwendung einer feineren Theilung und eines Fernrohrs so weit verschärfen lasse, dafs man bis zur dritten Decimale genaue Bestimmungen des specifischen Gewichts erhalten könne. *Wi.*

H. Schiff. Berechnung des specifischen Gewichts von in den flüssigen Zustand übergeführten Gasen und starren Körpern. Liebig Ann. CVII. 293-313†.

— — Berechnung des specifischen Gewichts von starren und gasföimigen Substanzen für den flüssigen Zustand. Liebig Ann. CVIII. 326-342†.

Der Verfasser geht in dem ersten der beiden Aufsätze von der Ansicht aus, dafs sich der Zusammenhang zwischen specifischem Gewicht D und Procentgehalt p einer Auflösung stets müsse darstellen lassen durch einen Ausdruck von der Form:

$$D = a \pm bp \pm cp^2 \pm dp^3 \pm \text{etc.}$$

Hat man die Constanten eines solchen Ausdrucks aus Beobachtungsdaten bestimmt, so kann derselbe auch benutzt werden (wenn anders seine Gültigkeit so weit reicht), um, indem man $p = 100$ setzt, das specifische Gewicht der in dem Lösungsmittel vertheilten Substanz im flüssigen Zustande zu erhalten. Das Verfahren giebt, wie der Verfasser zeigt, angewendet auf Lösungen der Essigsäure und des Alkohols in Wasser für das specifische Gewicht der reinen Flüssigkeiten mit anderweitigen directen Bestimmungen übereinstimmende Werthe.

Für Gase und feste Substanzen wird man auf diese Weise aus dem beobachteten specifischen Gewicht ihrer wässrigen Lösungen von bekanntem Procentgehalt das auf andere Weise meist schwer zu ermittelnde specifische Gewicht, welches ihnen in flüssiger Aggregatform zukommt, finden können.

Hr. Schiff hat zunächst die Beobachtungen anderer Forscher benutzt, um die Constanten solcher Interpolationsformeln für eine Reihe gelöster Substanzen zu bestimmen, später hat er selbst für mehrere Salze specifische Gewichtsbestimmungen der Lösungen von bekanntem Procentgehalt ausgeführt, worüber das Nähere in dem zweiten Aufsatz mitgetheilt wird. Wir stellen die Ausdrücke, welche er erhalten hat, aus denen dann, indem man $p = 100$ setzt, das specifische Gewicht der flüssigen Substanz gefunden werden kann, nachstehend zusammen, da dieselben zu der in vielen Fällen wünschenswerthen Berechnung des specifischen Gewichts von Auflösungen eines beliebigen Concentrationsgrades benutzt werden können.

Wäſsrige Essigsäure

$$D = 1 + 0{,}001465\,p - 0000013\,p^2 - 0{,}000000047\,p^3.$$

Weingeist

$$D = 1 - 0{,}00128\,p - 0{,}0000076\,p^2.$$

Kalilauge (p = Kaliumoxyd)

$$D = 1 + 0{,}00797\,p + 0{,}0001643\,p^2 - 0{,}000001\,p^3.$$

Kalilauge (p = Kalihydrat)

$$D = 1 + 0{,}00656\,p + 0{,}000127\,p^2 - 0{,}00000085\,p^3.$$

Natronlauge (p = Natriumoxyd)

$$D = 1 + 0{,}0146\,p - 0{,}000024\,p^2 + 0{,}0000002\,p^3.$$

Natronlauge (p = Natronhydrat)

$$D = 1 + 0{,}0118\,p - 0{,}00003\,p^2 + 0{,}0000002\,p^3.$$

Kalicarbonat

$$D = 1 + 0{,}00994\,p + 0{,}0000936\,p^2 - 0{,}000000753\,p^3.$$

*Natriumcarbonat ($CNa_2O_3 + 10H_2O$)

$$t = 23^0\ D = 1 + 0{,}0038\,p + 0{,}00000811\,p^2 - 0{,}0000000464\,p^3.$$

*Magnesiumnitrat ($NMgO_3 + 3H_2O$)

$$t = 21^0\ D = 1 + 0{,}003881\,p + 0{,}00001708\,p^2 - 0{,}0000000229\,p^3.$$

*Natriumsulfat ($SNa_2O_4 + 10H_2O$)

$$t = 19^0\ D = 1 + 0{,}00393\,p + 0{,}0000053\,p^2.$$

*Kupfervitriol ($SCu_2O_4 + SH_2O$)

$$t = 18^0\ D = 1 + 0{,}0063\,p + 0{,}000014\,p^2 + 0{,}000000483\,p^3.$$

*Eisenvitriol ($SFe_2O_4 + 7H_2O$)

$$t = 17{,}2^0\ D = 1 + 0{,}005175\,p + 0{,}00003043\,p^2 - 0{,}0000000682\,p^3.$$

*Zinkvitriol ($SZn_2O_4 + 7H_2O$)

$$t = 20{,}5^0\ D = 1 + 0{,}005681\,p + 0{,}00001812\,p^2 + 0{,}0000001748\,p^3.$$

*Magnesiumsulfat ($SMg_2O_4 + 7H_2O$)

$$t = 23^0\ D = 1 + 0{,}004776\,p + 0{,}00000846\,p^2 + 0{,}000000098\,p^3.$$

*Ammoniumeisensulfat ($SAmFeO_4 + 3H_2O$)

$$t = 16{,}5^0\ D = 1 + 0{,}005918\,p + 0{,}00001083\,p^2 + 0{,}0000001715\,p^3.$$

*Ammoniumsulfat (SAm_2O_4)

$$t = 19^0\ D = 1 + 0{,}005757\,p - 0{,}00000148\,p^2 + 0{,}0000000391\,p^3$$

*Kaliumchromat ($CrKa_2O_4$)

$$t = 19{,}5^0\ D = 1 + 0{,}008\,p + 0{,}00003324\,p^2 + 0{,}0000004048\,p^3.$$

*Natriumnitrat ($NNaO_3$)

$$t = 20{,}2^0\ D = 1 + 0{,}006484\,p + 0{,}00002544\,p^2 + 0{,}0000002416\,p^3.$$

*Kaliumnitrat ($NKaO_3$)

$t = 21^\circ D = 1 + 0{,}005794\,p + 0{,}00004275\,p^2 - 0{,}0000001742\,p^3.$

*Bleinitrat ($NPbO_3$)

$t = 17{,}5^\circ D = 1 + 0{,}007989\,p + 0{,}00006336\,p^2 + 0{,}0000006406\,p^3.$

Kaliumsulfat

$D = 1 + 0{,}008\,p + 0{,}000025\,p^2 + 0{,}0000006\,p^3.$

Strontiumnitrat

$D = 1 + 0{,}008\,p + 0{,}000045\,p^2 + 0{,}00000048\,p^3.$

*Jodkalium

$t = 21^\circ D = 1 + 0{,}007513\,p + 0{,}0000342\,p^2 + 0{,}0000008231\,p^3.$

*Chlorkalium

$t = 17{,}5^\circ D = 1 + 0{,}006217\,p + 0{,}00003574\,p^2 - 0{,}00000018\,p^3.$

*Chlornatrium

$t = 20^\circ D = 1 + 0{,}006533\,p + 0{,}00005785\,p^2 - 0{,}0000006073\,p^3.$

*Salmiak

$t = 19^\circ D = 1 + 0{,}00294\,p + 0{,}0000008\,p^2 - 0{,}00000016\,p^3.$

Bromnatrium

$D = 1 + 0{,}00762\,p + 0{,}000059\,p^2 - 0{,}0000006\,p^3.$

Bromkalium

$D = 1 + 0{,}00725\,p + 0{,}000022\,p^2 + 0{,}0000004\,p^3.$

*Natriumphosphat ($PNa_2HO_4 + 12H_2O$)

$t = 19^\circ D = 1 + 0{,}00415\,p + 0{,}00000355\,p^2.$

*Chlorcalcium ($CaCl + 3H_2O$)

$t = 18{,}3^\circ D = 1 + 0{,}003935\,p + 0{,}00001346\,p^2 - 0{,}0000000335\,p^3.$

*Chlormagnesium ($MgCl + 3H_2O$)

$t = 24^\circ D = 1 + 0{,}003427\,p + 0{,}0000022\,p^2 + 0{,}000000054\,p^3.$

*Chlorbaryum ($BaCl + H_2O$)

$t = 21{,}5^\circ D = 1 + 0{,}007243\,p + 0{,}0000453\,p^2 + 0{,}0000006567\,p^3.$

Alle mit einem Stern bezeichneten Formeln wurden aus eigenen Beobachtungen des Verfassers abgeleitet. Wurde in diesen Ausdrücken $p = 100$ gesetzt, so erhielt man für das specifische Gewicht der flüssigen Substanz in den meisten Fällen Zahlen, die theils mit den anderweitig bestimmten Werthen in Uebereinstimmung waren, theils durch ihre Annäherung an das bekannte specifische Gewicht des festen Salzes wahrscheinlich erschienen. Für einige Salze (namentlich Salmiak, Chlornatrium, Kaliumnitrat etc.) erhielt man offenbar zu kleine Zahlen, dies spricht

wohl dafür, dafs die benutzten Interpolationsformeln nicht in allen Fällen für eine so weite Ausdehnung gültig sind.

Hervorzuheben ist noch die Bemerkung des Verfassers, dafs diese Berechnungen, welche nur für die wirklich in der Lösung enthaltenen und im Lösungswasser vertheilten Verbindungen Geltung haben können, nur für gewässerte Salze zulässige Resultate ergeben, nicht für wasserfreie. Dies spricht für die Ansicht, dafs das Krystallwasser der gewässerten Salze in den Lösungen in einem anderen Condensationszustande existirt, als das übrige, nur als Lösungsmittel auftretende Wasser. *Wi.*

F. Pfaff. Untersuchungen über die Ausdehnung der Krystalle durch die Wärme. Pogg. Ann. CIV. 171-184.

Durch Mitscherlich's Arbeiten ist bewiesen, dafs sich alle Krystalle, die nicht zum regulären System gehören, in verschiedenen Richtungen verschieden ausdehnen. Für den Kalkspath bestimmte jener Physiker nicht nur das Verhältnifs der Ausdehnungscoefficienten, sondern auch deren absolute Gröfse in Richtung der optischen Axe und senkrecht zu derselben. Er beobachtete zu diesem Zweck zweierlei, die Veränderung der Krystallwinkel und die Gesammtausdehnung der ganzen Masse des Kalkspaths. Hr. Pfaff hat in dieser Arbeit die absoluten Ausdehnungen in verschiedenen Richtungen bei sehr vielen Krystallen bestimmt. Die sinnreiche Mitscherlich'sche Methode hält Hr. Pfaff für unvollkommen. Er meint, die Messung der Krystallwinkel sei mit Fehlern behaftet, indem nach seiner Ansicht es offenbar ist, dafs eine Krystallplatte, die bei gewöhnlicher Temperatur eben geschliffen ist, bei erhöhter Temperatur wegen der ungleichen Ausdehnung in verschiedenen Richtungen eine Krümmung zeigen mufs. Hr. Pfaff hat leider seine Ansicht nicht näher motivirt. Selbige widerspricht der allgemeinen Annahme, dafs alle Atome, welche in derselben Ebne liegen, die in beliebiger Richtung durch einen Krystall gelegt ist, bei Umänderung der Temperatur wieder in einer Ebne liegen, die im Allgemeinen eine andere Richtung hat, als die erstere. Hr. Pfaff

will sogar die vermeintliche Krümmung benutzen zur Bestimmung der relativen Ausdehnungscoefficienten. Er sagt: „Schleift man bei niedriger Temperatur optisch einaxige Krystalle senkrecht zur Axe vollkommen eben, so müssen sie, mit einer Glasplatte bedeckt, bei höherer Temperatur Newton'sche Ringe zeigen, wenn sie sich längs der Axe stärker ausdehnen, als senkrecht zu derselben. Dehnen sie sich in Richtung der Axe weniger aus, so müssen die Ringe entstehen, wenn die Platten bei höherer Temperatur eben geschliffen sind." Hr. Pfaff giebt an, er habe Ringe erhalten, aber nicht von der Regelmäfsigkeit, um Messungen daraus ableiten zu können. Die Unregelmäfsigkeit schreibt er dem Umstande zu, dafs es ihm nicht gelungen ist, die Platten vollkommen eben zu schleifen. Es ist schade, dafs Hr. Pfaff nicht näher auf dieses Experiment eingeht. Jene kurze Beschreibung möchte wohl kaum seine Ansicht der „Krümmung der Flächen mit der Temperatur" vertheidigen. — Der zweite Einwurf, der der Methode von Mitscherlich gemacht wird, basirt auf derselben Vorstellung des Verfassers. Wir brauchen deshalb nicht näher darauf einzugehen.

Eine Methode, durch welche man die absolute Ausdehnung demonstriren kann, und auf welche Hr. Pfaff vielleicht später näher eingehen wird, beruht auf den Farben, die Blättchen doppeltbrechender Krystalle im Polarisationsapparat zeigen. Mit dem Dickerwerden des Blättchens ändert sich natürlich die Farbe. Die wirkliche Berechnung der Ausdehnung nach dieser Methode möchte sich indessen nicht sehr einfach herausstellen, da man zugleich auf die Aenderung der Lichtgeschwindigkeit im Krystall mit der Temperatur (oder genauer gesagt „auf die relative Aenderung der Hauptbrechungscoefficienten mit der Temperatur") Rücksicht nehmen mufs.

Die schätzbaren numerischen Resultate, zu denen Hr. Pfaff gekommen ist, wurden durch directe Messungen der Ausdehnungen ermittelt. Der zu untersuchende Krystall stand mit einer ebnen Fläche auf der horizontalen Endfläche einer starken Säule. Das Ende eines ungefähr horizontal liegenden Glasstäbchens wurde durch eine Feder sanft gegen die obere Seite des Krystalls gedrückt. Das Glasstäbchen kann sich durch eine

horizontale Drehungsaxe vertical auf und ab bewegen; es wird also eine andere Richtung annehmen, wenn der Krystall sich ausdehnt oder zusammenzieht. Um diese Veränderung der Richtung zu beobachten, ist an das andere Ende des Glasstabes, normal gegen dasselbe, ein Spiegelchen befestigt. Der Drehungswinkel des Spiegels wird nach der bekannten GAUSS'schen Methode mit Skala und Fernrohr beobachtet. Es wurden die Krystalle zuerst bis auf 0° abgekühlt und dann die Temperatur bis zum Siedepunkte gesteigert. Aus der Differenz der beiden Skalenablesungen läſst sich dann die Ausdehnung des Krystalls in der bestimmten Richtung berechnen. In Bezug auf die nothwendigen Correctionen, so wie auf die speciellere Einrichtung des Apparates, verweisen wir auf das Original.

In vorliegender Arbeit erstrecken sich die Beobachtungen auf reguläre und auf optisch einaxige Krystalle. Bei ersteren brauchte die Ausdehnung nur in einer Richtung gemessen zu werden, da sie in allen Richtungen dieselbe ist. Bei letzteren wurde die Ausdehnung in Richtung der Hauptaxe (*c*) und in Richtung der Nebenaxe (*a*) bestimmt. Wir theilen einige der Ausdehnungscoefficienten mit. Jeder Coefficient wurde mindestens zweimal bestimmt. Die Abweichung der einzelnen Beobachtung vom Mittel ist in der dritten Columne angegeben.

Namen.		Ausdehnungscoefficient.	Abweichung.
Schwefelkies		0,001008	0,000008
Fluſsspath		0,001950	0,000056
Beryll	(*c*)	0,000172	0,000004
-	(*a*)	— 0,000013	0,000013
Korund	(*c*)	0,000688	0,000000
-	(*a*)	0,000655	0,000038
Quarz	(*c*)	0,000807	0,000020
-	(*a*)	0,001515	0,000020
Turmalin	(*c*)	0,000937	0,000000
-	(*a*)	0,000773	0,000061
Kalkspath	(*c*)	0,002626	0,000014
-	(*a*)	— 0,000311	0,000005

Man sieht aus dieser Tabelle, daſs die Ausdehnung der Krystalle im Allgemeinen eine ziemlich beträchtliche ist. Die Aus-

dehnung des Kalkspaths nach Axe *c* ist mehr als doppelt so groſs, als die des Eisens. Die negativen Ausdehnungscoefficienten bedeuten eine Contraction, die Hr. Pfaff beim Beryll (nach *a*) und beim Kalkspath (nach *a*) beobachtete. Bei ersterem ist die Contraction, wenn sie wirklich vorhanden ist, sehr gering, während sie bei letzterem schon merklich wird. Bekanntlich hat Mitscherlich schon diese Contraction beim Kalkspath gefunden. Seine absoluten Zahlen sind etwas gröſser, als sie Pfaff findet.

Die allgemeinen Resultate aus diesen Beobachtungen giebt Hr. Pfaff erst in der Fortsetzung dieser Arbeit (Pogg. Ann. CVII. 148) an, worüber im nächsten Jahrgang berichtet werden wird. *Hg.*

---

6. Maaſs und Messen.

A. M. Mayer. The estimation of the weights of very small portions of matter. Silliman J. XXV. 39-40†; Inst. 1858. p. 140-140†.

Der Verfasser giebt eine Methode an, nach welcher er das Gewicht so kleiner Mengen einer Substanz bestimmt, wie sie die Wage nicht mehr angiebt. Ein Ende eines äuſserst feinen Glasfadens wird mit Siegellack auf Holz befestigt, so daſs der Faden fast horizontal ist. Das andere Ende trägt ein sehr dünnes Scheibchen von Hollundermark. Legt man auf dieses die zu wiegende Substanz, so bestimmt die Biegung des Fadens das Gewicht jener. Der Verfasser beschreibt noch näher das Detail des Apparates. *Hg.*

Fernere Literatur.

G. Simon. Nouvel instrument de nivellement. C. R. XLVI. 1146-1147.

J. L. Riddell. Fish-rod balance and spheroidal evaporation. Silliman J. (2) XXVI. 71-71.

x. Notes on certain modes of measuring minute intervals of time. Americ. Trans. (2) XI. 109-116.

7. Mechanik.

A. v. Baumgartner. Von den allgemeinen Eigenschaften der Kräfte in der unorganischen Natur und ihrer Bedeutung in der Naturlehre. Wien. Ber. XXVII. 191-201†.

Wir stimmen mit dem Verfasser darin überein, dafs man den Naturwissenschaften einen grofsen Dienst erweisen würde, wenn man sie auf die einfachsten und klarsten Principien zurückzuführen suchte. Von vorn herein bezweifeln wir aber, dafs dies in einem kurzen Vortrage thunlich ist, glauben vielmehr, dafs entweder eine eingehende philosophische Entwicklung nöthig wäre, oder eine von (weiter nicht beweisbaren) einfachen Prämissen ausgehende mathematische Entwicklung, welche alle Erscheinungen auf Bewegungen von anziehenden Punkten zurückführt.

Der Verfasser führt drei Eigenschaften auf, welche allen Kräften der Natur zukommen: Beharrlichkeit, vermöge welcher bei allem Wechsel der Erscheinungen das Quantum der Kraft weder vermehrt noch vermindert wird; Uebertragbarkeit, vermöge welcher die Kraft, durch deren Impuls eine Bewegung hervorgebracht wird, in das Bewegliche übergeht, und Wandelbarkeit, vermöge welcher die Kraft von einer Wirkungsform in eine andere übergehen kann. — Es wird nicht nöthig sein, den oben ausgesprochenen Zweifel durch eine weitere Analyse zu rechtfertigen, es fehlt eben die allein befriedigende Schärfe der Bestimmungen, die nur durch eine systematische Entwicklung der Begriffe erreicht werden kann, wie sie die Philosophen uns noch schuldig geblieben sind. *Bt.*

Seguin aîné. Mémoire sur l'origine et la propagation de la force. Cosmos XIII. 465-528†.

Nach einer Reihe von Bemerkungen über den geringen Werth der Analysis für die wahre Erkenntnifs der Dinge, spricht der Verfasser die Ansicht aus, dafs die Force, worunter wir im

Allgemeinen das Product $\frac{1}{2}mv^2$ zu verstehen haben, geschaffen wurde, als das „es werde Licht" ertönte; in diesem Moment wurden nämlich die Atome des Chaos mit den Kräften der Anziehung begabt. Diese Anziehung befolgt auch in unendlich kleinen Entfernungen das Newton'sche Gesetz; aber wenn zwei anfangs ruhende Atome einander anziehen, so treffen sie sich im Schwerpunkt und gehen dann durch einander hindurch, und oscilliren auf diese Weise beständig. Die Ausdehnung durch die Wärme wird durch folgendes Bild erklärt; sieben Atome liegen in den Ecken eines regulären Sechsecks, und bilden den (gewöhnlich so genannten) Körper. Zwei längs geraden Linien angeordnete Atomreihen durchziehen dies Sechseck mit grofser Geschwindigkeit; in Folge der Anziehung zwischen den sieben und den durchziehenden Atomen werden die Zwischenräume zwischen den letzteren innerhalb des Sechsecks gröfser als aufserhalb; daher werden die Atome des Sechsecks auseinander gezogen.

Viele Bemerkungen sind gegen die ältere Theorie des Stofses gerichtet, und bestreiten den in ihr statuirten Verlust an lebendiger Kraft. Geistreiche Bemerkungen, hübsche Phantasieen, wie die oben angeführten, sind in der Abhandlung enthalten, wenn aber viele Leser mehr Mechanik daraus lernen sollten, als aus Ampère, Poncelet, Conolis u. s. w., wie das Herr Moigno von sich behauptet, so steht es noch schlecht um die Verbreitung dieser Wissenschaft. *Bt.*

H. Scheffler. Ueber das Gauss'sche Grundgesetz der Mechanik oder das Princip des kleinsten Zwanges, sowie über ein anderes neues Grundgesetz der Mechanik. Mit einer Excursion über verschiedene, die mechanischen Principien betreffende Gegenstände. Z. S. f. Math. 1858. p. 197-223, p. 261-274†.

Hr. Scheffler hält das von Gauss (Crelle J. IV. 232†) aufgestellte „Princip des kleinsten Zwanges" für nicht bekannt genug; er liefert deshalb eine Erläuterung desselben und wendet es auf mehrere einfache Beispiele an, welche indessen mehr dazu

dienen, das Princip zu verificiren, als die Zweckmässigkeit seiner Anwendung ins Licht zu stellen. Um das Princip selbst plausibel zu machen, zeigt er, daſs die den „Zwang" ausdrückende Gröſse proportional ist der Arbeit der Kräfte, welche die Ablenkung von derjenigen Bewegung hervorgerufen, welche das System einschlagen würde, wenn es frei wäre. Das Princip der virtuellen Geschwindigkeiten wird sodann aus dem Gauss'schen Princip abgeleitet. Der Verfasser giebt bei dieser Gelegenheit noch einen Beweis jenes Princips, welcher aber die Statik schon voraussetzt, und daher auch wesentlich von anderen dieser Art abweicht.

Gauss hat in der genannten Abhandlung auch darauf aufmerksam gemacht, daſs das Princip auch in den Fällen gültig bleibt, wo die Bedingungen durch Ungleichheiten gegeben sind; man muſs dann die Summe der virtuellen Momente gleich oder kleiner als Null setzen. Hiergegen erklärt sich der Verfasser. Aber die Bemerkung, daſs dann die Gröſse der vorkommenden Widerstände nicht bestimmt werden könne, ist nicht zutreffend; denn es ist gerade ein Vortheil bei der Anwendung des Princips, daſs diese Widerstände aus der Rechnung herausgehen. In den Abschnitten 13 und 14. giebt der Verfasser ein Verfahren an, welches gestattet, die wirkliche Verrückung eines Systems in unendlich kleiner Zeit stets als eine virtuelle zu betrachten. Dies würde z. B. nicht geschehen können, wenn die Verbindungen selbst von der Zeit abhängen, z. B. elastische Bänder sind. In der That hebt der Verfasser aber hier die Verbindungen auf, indem er an ihre Stelle Kräfte setzt, welche Functionen des Orts sind. Im Abschnitt 17. folgt dann ein neues Grundgesetz der Mechanik, welches Hr. Scheffler das Princip von der Verwirklichung der Arbeit nennt; an Einfachheit und Evidenz soll dasselbe nichts zu wünschen übrig lassen; es lautet: „diejenige Menge von Arbeit, welche die angebrachten Kräfte bei der Bewegung des Systems wirklich verrichten, kommt auch vollständig, d. h. ohne Verlust und ohne Gewinn zur Erscheinung." Es ist mir unwahrscheinlich, dass ein Leser mit Leichtigkeit den mathematischen Ausdruck für diesen Satz finden würde, wenn ihn der Verfasser nicht selbst hinzufügte, nämlich: die Summe

der Arbeiten der das System angreifenden Kräfte ist gleich der Summe der Arbeiten der wirksamen Kräfte (welche aus jenen und den Widerständen des Systems resultiren). Dies ist aber nichts Neues. *Bt.*

Braschmann. Theorie der Stabilität des Gleichgewichts. Bull. d. Moscou IV. 505-529†.

Diese Theorie wird hier dargestellt mit Berücksichtigung der Fälle, wo die Bedingungen des Systems zum Theil durch Ungleichheiten ausgedrückt sind. *Bt.*

Haton de la Goupillière. Mémoire sur une nouvelle théorie de la géométrie des masses et sur celle des axes principaux d'inertie. C. R. XLVI. 92-95†; J. d. l'École Polyt. Cah. 37. XXI. 35-72†.

Der Verfasser entwickelt eine grofse Reihe von Sätzen über die Werthe, welche die Σmxy annimmt, wenn die Coordinaten transformirt werden. *Bt.*

Lamarle. Théorie géométrique des centres et axes instantanés de rotation. Bull. d. Brux. (2) 5. p. 340-373†; Inst. 1859. p. 54-54.

Der Verfasser leitet die betreffenden Sätze aus den beiden leicht einzusehenden Hauptsätzen ab: „Wenn die gleichzeitigen Geschwindigkeiten der verschiedenen Punkte einer Geraden in einen Punkt verlegt werden, so ist der Ort ihrer Endpunkte eine gerade Linie, welche auf der ersten senkrecht steht;" und: „Wenn die gleichzeitigen Geschwindigkeiten eines Körpers in einen Punkt verlegt werden, so ist der Ort ihrer Endpunkte eine Ebene." Die Sätze, zu denen er sodann gelangt, sind im Wesentlichen schon von Schoenemann ausgesprochen. (Theorie und Beschreibung einer neuen Brückenwage. Wien. Denkschr. VIII; Berl. Ber. 1854. p. 54 ff.) [1]) Doch giebt Hr. Lamarle dem einen

[1]) Auf p. 57 des citirten Bandes der Berl. Ber. Zeile 9 von unten mufs es heifsen „und die beiden ersten Punkte", statt „der".

derselben einen interessanten geometrischen Ausdruck, den wir mit einer leichten Abänderung hier wiederholen: Legt man durch die sechs Kanten eines Tetraeders Normalebenen, so liegen die vier Durchschnittspunkte von je drei Ebenen, welche zu drei in einer Ecke zusammenstofsenden Kanten des ursprünglichen Tetraeders gehören, in einer Ebene. *Bt.*

Résal. Mémoire sur les propriétés géométriques du mouvement le plus général d'un corps solide. J. d. l'Ecole Pol. Cah. XXXVII. 227-271†.

Nachdem Bobilier darauf aufmerksam gemacht hatte, dafs jede unendlich kleine Verschiebung einer ebenen Figur in ihrer Ebene durch einen gewissen Punkt ersetzt werden könne, hatte Chasles diese Bemerkung zur Construction der Normalen an solche Curven benutzt, die durch geometrisch bestimmbare Bewegungen erzeugt werden können. Ein Satz von Savary führte Chasles auch zu der Construction der Krümmungsradien solcher Curven, und auch der Enveloppen von in der Ebene bewegten Curven (Liouville J. X. 205). Unabhängig von Chasles hatte Transon (Liouville J. X. 148) eine ähnliche Construction gefunden. Die Drehung der ebenen Figur kann in jedem Moment durch das Rollen eines gewissen Kreises auf einer geraden Linie ersetzt werden. Kennt man den Mittelpunkt dieses Kreises (von Transon centre de roulement genannt), so kommt die Construction der Krümmungsradien auf die Aufsuchung einer vierten Proportionale zurück. Transon macht auch darauf aufmerksam, dafs dieser Punkt in diesem Moment keine Beschleunigung erhält. Betrachtungen ähnlicher Art sind von Bresse angestellt. Die vorliegende Abhandlung des Hrn. Résal ist nun eine Erweiterung solcher Betrachtungen auf die Bewegung im Raume.

Den Ausgangspunkt bildet die folgende Bemerkung: Während eines ersten Zeitmoments habe ein Körper eine Winkelgeschwindigkeit ω um eine Axe OA, und eine leitende Geschwindigkeit L längs dieser Axe. Während des zweiten Moments soll nun der Körper die Winkelgeschwindigkeit ω_1 um die Axe O_1A_1 haben, und die gleitende Geschwindigkeit L_1, längs dieser Axe:

es ist dann die Frage, welche Beschleunigungen ein Punkt M des Körpers erhalten mufs, um aus dem ersten Bewegungszustand in den zweiten überzugehen. Man hat also diejenigen Geschwindigkeitscomponenten aufzusuchen, deren Hinzufügung zu den bereits vorhandenen die Geschwindigkeit des zweiten Moments erzeugt. Die Division jener Componenten durch das Zeitelement giebt die Beschleunigungen. Es sei nun OO_1 die kürzeste Entfernung zwischen den Axen OA und O_1A_1. Ferner OB eine Parellele durch O zu O_1A_1; für die Winkelgeschwindigkeit ω_1 um O_1A_1 kann nun substituirt werden eine Winkelgeschwindigkeit ω_1 um OB und eine gleitende Geschwindigkeit längs einer Axe, welche senkrecht gegen OB oder auch (wegen des unendlich kleinen Unterschieds) gegen OA und OO_1 steht, und die Gröfse $OO_1\omega_1$ oder $OO_1\omega$ hat. Die Gröfse $\frac{OO_1}{dt} = U$ nennt Hr. Résal die orthogonale Geschwindigkeit der augenblicklichen Drehungsaxe, und danach ist die erste der gesuchten Beschleunigungen $U\omega$ in der angegebenen Richtung. Hierzu tritt zweitens eine Winkelbeschleunigung α um eine Axe Op, die sich aus ω, ω_1 und der Richtung von OA und OB leicht bestimmen läfst; ist dann p die Entfernung des Punktes M von Op, so ist αp die zweite der gesuchten Beschleunigungen. Drittens läfst sich aus L, L_1 und der Richtung von OA und OB die Gröfse und Richtung der Beschleunigung u bestimmen, welche die Veränderung der gleitenden Geschwindigkeit bewirkt. Viertens kommt noch die Beschleunigung hinzu, welche der Punkt M erhalten müfste, wenn die frühere Winkelgeschwindigkeit ω um die Axe OA fortdauern soll. Ist r die Entfernung des Punktes M von OA, so ist diese Beschleunigung $r\omega^2$.

Zerlegt man nun diese vier Beschleunigungen nach drei rechtwinkligen Axen, so bekommt man für die drei rechtwinkligen Componenten Ausdrücke, welche die Coordinaten von M lineär enthalten. Daher wird im Allgemeinen ein Punkt existiren, für welchen die Beschleunigung gleich Null ist. Dies ist der Mittelpunkt der Beschleunigungen; und die Beschleunigungen aller Punkte des Körpers sind dieselben, wie diejenigen, welche den Körper aus einer Winkelgeschwindigkeit ω in eine andere

ω_1 überführen würden, welche sich auf Axen bezögen, die durch das Beschleunigungscentrum parallel zu OA und O_1A_1 gelegt sind.

Da man aus den angeführten Gröfsen die Geschwindigkeit V von M ihrer Gröfse und Richtung nach bestimmen kann, und ebenso seine Beschleunigung, so kann man auch die Beschleunigung senkrecht gegen seine Bahn, also auch den Krümmungsradius der Bahn, die Schmiegungsebene etc. finden. Der Verfasser discutirt diese, im Allgemeinen complicirt gestalteten Ausdrücke, und kommt für den Fall einer Bewegung in einer Ebene auf die oben angeführten Sätze von Savary und Transon. Er weist sodann auf die Anwendbarkeit seiner Sätze auf die Berechnung der Trägheitskräfte der Maschinentheile hin; bestimmt die Krümmungsradien sphärischer Epicycloiden, die Gestalt der Zahncurven conischer Räder, und das Mafs des Gleitens bei denselben; ferner die Tangente, den Krümmungsradius und die Schmiegungsebene einer Curve, welche von einem bestimmten Punkte eines Körpers beschrieben wird, der sich so bewegt, dafs zwei Punkte auf gegebenen Curven, und ein dritter auf einer gegebenen Oberfläche bleibt. Schliefslich wird die orthogonale Geschwindigkeit als Function der Bewegungselemente des Schwerpunkts gesucht. Diese Betrachtungen lassen sich auszugsweise nicht wiedergeben. *Bt.*

A. Résal. Mémoire sur la suraccélération. C. R. XLVII. 436-438†.

Schon im Jahre 1845 hat Transon (Liouville J. X. 320†) auf die Betrachtung des nach der Zeit genommenen Differentialquotienten der Beschleunigung hingewiesen. Er nannte diese Function Virtualité. Hr. Réval hat, unabhänging von Transon, diese Function bei seinen Anwendungen der Cinematik auf die Geometrie benutzt, und ihr den Namen suraccélération beigelegt. Er kündigt in der vorliegenden Notiz einige Resultate an; z. B. „wenn ein Punkt sich in einer Ebene bewegt, so ist die normale suraccélération gleich dem dreifachen Cubus der Geschwindigkeit, dividirt durch das Product des Krümmungsradius und des geo-

metrischen Mittels zwischen den Sehnen, welche durch die Richtung der Beschleunigung in dem osculirenden Kreise und der osculirenden Parabel bestimmt werden. Es läfst sich erwarten und erhellt auch aus dem angeführten Beispiel, dafs die gefundenen Sätze ziemlich complicirter Art sind; sie zielen meist auf die Auffindung der Krümmungshalbmesser der Evoluten von geometrisch oder cinematisch bestimmten Curven ab. Der Werth der Methode wird sich erst nach Veröffentlichung der Abhandlung selbst erkennen lassen. *Bt.*

W. Schell. Ueber die Reduction der Attractionskräfte zweier Massen. Z. S. f. M. III. 80-88†.

Im Wesentlichen enthält die Abhandlung Folgendes: Wenn die starren Massen M und M' einander anziehen, so lassen sich die Kräfte, welche die Theile von M angreifen, ersetzen durch eine Resultante und ein darauf senkrechtes Paar; die Kräfte, welche M_1 angreifen, geben dieselbe Resultante und dasselbe Paar, nur im entgegengesetzten Sinne. Auf der Richtung dieser gemeinsamen Resultante lassen sich nun immer zwei Punkte angeben, in welchen die Massen M und M' concentrirt werden können, ohne dafs der Werth der Resultante sich ändert. Aber das resultirende Paar verschwindet nur in besonderen Fällen, und nur in diesen läfst sich der Wirkung der wirklichen Massen jene der concentrirt gedachten substituiren. Ueber diese besonderen Fälle wird nichts Neues beigebracht. *Bt.*

R. Clausius. Sur la démonstration de l'équation $\frac{dX}{dx}+\frac{dY}{dy}+\frac{dZ}{dz} = -4\pi\varepsilon k_p$. Liouville J. 1858. p. 57-62†.

Ein kurzer und klarer Beweis der Gleichung für den Fall eines Punkts innerhalb der anziehenden Masse. *Bt.*

A. Cayley. Note on the theory of attraction. Qu. J. of math. II. 338-339†.

Der Verfasser denkt sich eine geschlossene Fläche, deren

Gleichung zwei Parameter *m* und *h* enthält, wie z. B. das Ellipsoid:

$$\frac{x^2}{m(a^2+h)}+\frac{y^2}{m(b^2+h)}+\frac{z^2}{m(c^2+h)}=1.$$

Er bezeichnet diese Fläche durch (m, h), und die Schicht zwischen zwei Flächen (m, h) und (n, h) durch (m, n, h); er unterwirft dann die Fläche der Bedingung, dafs

1) die Schale $(m, m+dm, h)$ keine Anziehung ausübt auf einen inneren Punkt;
2) dafs die äquipotentialen Flächen für die genannte Schale die Flächen (m, k) seien, wo k willkürlich ist;

und giebt folgende Sätze, von denen man leicht sieht, dafs sie Verallgemeinerungen bekannter Sätze vom Ellipsoid sind:

1) Die Attraction der Schale $(m, m+dm, h)$ auf einen Punkt der äquipotentialen Fläche (m, k) ist gleich der Dicke der Schale $(m, m+dm, k)$ an dieser Stelle, multiciplirt mit 4π und dem Verhältnifs der Massen der ersten und zweiten Schale.
2) Die Attraction zweier Körper mit den Oberflächen (n, h) und (n, h_1) auf einen äufseren Punkt verhalten sich wie ihre Massen.
3) Die Attractionen der beiden Körper auf denselben Punkt innerhalb sind gleich. *Bt.*

A. Cayley. On Rodrigues' Method for the attraction of Ellipsoïds. Qu. J. of Math. II. 333-337†.

Eine kurze Darstellung der Methode von Rodrigues in dem Mémoire sur l'attraction des Spheroïdes (Corresp. sur l'Ecole Polyt. III. 361. v. Jahre 1815). *Bt.*

T. A. Hirst. Note sur les corps, qui exercent des attractions égales sur un point matériel. C. R. XLVII. 274-276†.

On equally attracting bodies. Phil. Mag. (4) XVI. 161-177, 266-284†.

Der Verfasser hat die Untersuchungen fortgesetzt, welche im Berl. Ber. 1857. p. 111 erwähnt sind. Es handelt sich in diesem Memoire um Flächen, deren correspondirende Elemente

einen bestimmten Punkt gleich anziehen. (Correspondirend sind Flächenelemente, welche von einer und derselben Kegelfläche ausgeschnitten werden, die ihre Spitze im angezogenen Punkt hat.) Die Aufgabe, zu einer Fläche diejenige zu finden, deren Elemente ebenso anziehen, wie die correspondirenden Elemente der gegebenen Fläche, kommt auf die geometrische zurück, die Flächen zu finden, welche die Radien vectoren, die vom angezogenen Punkt ausgehen, unter vorgeschriebenen Winkeln schneiden. Mit Anwendung von Polarcoordinaten kommt man auf die partielle Differentialgleichung

$$\frac{1}{r^2}\left(\frac{dr}{d\theta}\right)^2+\frac{1}{r^2\sin^2\theta}\left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2=\operatorname{tg}^2\psi,$$

wo ψ eine gegebene Function von θ und φ ist.

Es folgt daraus, dafs zu den Flächen gleicher Anziehung nicht nur diejenigen gehören, deren Radien vectoren direct proportional sind, sondern auch diejenigen, deren Radien vectoren umgekehrt proportional sind.

Der Verfasser zeigt zunächst, wie man durch Intergration zweier gewöhnlichen Differentialgleichungen zwei Flächen (ϱ) und (ϱ_1) bestimmen kann, deren durch den gemeinsamen Radius vector gelegte Normalschnitte auf einander senkrecht stehen; und dafs dann die vier Flächen, deren Vectoren

$$r=c\sqrt{\left[\frac{\varrho}{\gamma}\cdot\frac{\varrho_1}{\gamma_1}\right]},\quad r^1=c^1\sqrt{\left[\frac{\gamma\cdot\gamma_1}{\varrho\varrho_1}\right]},\quad r_1=c_1\sqrt{\left[\frac{\varrho}{\gamma}\,\frac{\gamma_1}{\varrho_1}\right]},$$
$$r_1^1=c_1^1\sqrt{\left[\frac{\gamma\varrho_1}{\gamma_1\varrho}\right]}$$

sind, gleich anziehende Flächen sind; hierbei sind die Gröfsen c und γ beliebig; so gehören z. B. zusammen: 1) eine Ebene, 2) eine Kugel, welche durch den angezogenen Punkt geht und deren Mittelpunkt in dem Loth von demselben auf die Ebene liegt; ein gerader Cylinder, der zur Basis einen Kreis hat, welcher durch den Punkt geht, und dessen Mittelpunkt in dem Lothe liegt, 4) die zu dem Cylinder gehörige reciproke Fläche.

Obige Differentialgleichung läfst sich in einigen Fällen weiter nach der Methode von Monge behandeln, namentlich wenn $\psi=\theta$, oder die gegebene Fläche eine Ebene ist. *Bt.*

Bourget. Note à l'occasion du mémoire de M. Hirst sur l'attraction des paraboloides elliptiques. Liouville J. 1858. p. 47-52†.

Der Verfasser theilt aus einer These vom Jahre 1852 Rechnungen mit, welche von denen von Hirst (Berl. Ber. 1857. p. 115.) durchgeführten etwas abweichen, und berichtigt dabei den von Hirst ihm nachgewiesenen Irrthum. *Bt.*

E. Rouché. Mémoire sur les intégrales communes à plusieurs problèmes de mécanique relatifs au mouvement d'un point sur une surface. Liouville J. 1858. p. 337-356†.

Diese Abhandlung führt die interessanten, von Bertrand begonnenen Untersuchungen einen Schritt weiter (vergl. Berl. Ber. 1852. p. 54.). Werden die Integrale der Bewegungsgleichungen nach den willkürlichen Constanten aufgelöst, so hat eines derselben die Form $\alpha + t = F$; wo F eine Function der Coordinaten und der Geschwindigkeiten ist. Bewegt sich nun ein Punkt auf einer Oberfläche, so ist die Frage, welche Bedingung mufs die Oberfläche erfüllen, und welche Form mufs die Function F haben, wenn das Integral $\alpha + t = F$ mehreren Problemen gemeinsam sein soll; d. h. also, wenn durch das Integral nicht zugleich die bewegenden Kräfte bestimmt sein sollen.

In sehr eleganter Weise löst der Verfasser diese Frage und vorher noch die schon von Bertrand behandelte einfachere, wo das Integral die Zeit nicht enthält. Das Resultat ist:

Bestimmt man die Punkte auf der Fläche durch die Parameter eines Systems geodätischer Linien und ihrer orthogonalen Trajectorien, so mufs das Quadrat der Entfernung zweier benachbarter Punkte der Fläche von der Form

$$ds^2 = dr^2 + \frac{d\omega^2}{R - k\omega}$$

sein, wo k eine Constante und R eine Function der Variabelen r ist; und das Integral hat die Form:

$$\alpha + t = \sqrt{\frac{2}{gk}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{k}{2g}} \frac{\omega'}{R - k\omega}.$$

Bt.

G. M. Slesser. On the motion of a body referred to moving axes. Qu. J. of math. II. 341-352†.

Durch geschickte Wahl beweglicher Axen kann man namentlich dann die Bestimmung der Bewegung eines Körpers wesentlich erleichtern, wenn derselbe drei gleiche Hauptaxen hat. Dies ist es im Wesentlichen, worauf der Verfasser aufmerksam macht, und was er an einigen hübschen Beispielen erläutert. Vorbereitend sind die folgenden beiden Bemerkungen:

1) Die Lage eines Punktes P sei bestimmt durch die Coordinaten x, y, z bezogen auf rechtwinklige Coordinaten, welche sich in einem festen Punkte 0 schneiden, und sich um denselben so drehen, dafs sie stets dreien in einem beweglichen Körper festen Axen parallel bleiben, welcher sich um diese Axen mit den Winkelgeschwindigkeiten θ_1, θ_2, θ_3 dreht. Leicht ergeben sich dann für die Geschwindigkeitscomponenten u, v, w des Punktes P längs diesen Axen, die Ausdrücke:

$$(a) \quad \ldots\ldots \begin{cases} u = \dfrac{dx}{dt} - y\theta_3 + z\theta_2 \\ v = \dfrac{dy}{dt} - z\theta_1 + x\theta_3 \\ w = \dfrac{dz}{dt} - x\theta_2 + y\theta_1 ; \end{cases}$$

und für die Beschleunigungen längs denselben Axen:

$$\frac{du}{dt} - v\theta_3 + w\theta_2 \text{ etc.}$$

kennt man nun noch die bewegenden Kräfte X, Y, Z nach denselben Axen, und ist m die Masse des Punktes, so hat man die Bewegungsgleichungen:

$$m\left\{\frac{du}{dt} - v\theta_3 + w\theta_2\right\} = X$$

$$m\left\{\frac{dv}{dt} - w\theta_1 + u\theta_3\right\} = Y$$

$$m\left\{\frac{dw}{dt} - u\theta_2 + v\theta_1\right\} = Z.$$

2) Es seien Ω_1, Ω_2, Ω_3 die Componenten der Winkelgeschwindigkeit eines Körpers in Bezug auf drei rechtwinklige Axen, und w_1, w_2, w_3 die Componenten seiner Winkelgeschwin-

digkeiten in Bezug auf drei andere, welche zur Zeit t mit den ersten zusammenfallen, aber sich mit den Winkelgeschwindigkeiten θ_1, θ_2, θ_3 gegen dieselben drehen; so ist

$$\text{(b)} \quad \ldots \quad \begin{cases} \dfrac{d\Omega_1}{dt} = \dfrac{dw_1}{dt} - w_2\theta_3 + w_3\theta_2 \\ \dfrac{d\Omega_2}{dt} = \dfrac{dw_2}{dt} - w_3\theta_1 + w_1\theta_3 \\ \dfrac{d\Omega_3}{dt} = \dfrac{dw_3}{dt} - w_1\theta_2 + w_2\theta_1. \end{cases}$$

Hat nun ein Körper drei gleiche Hauptaxen, so kann man in die Euler'schen Differentialgleichungen für die Drehung statt der im Körper festen Axen andere einführen, welche im Raume und Körper zugleich beweglich sind, aber im Körper immer Hauptaxen bleiben. In die genannten Gleichungen hat man dann für $\frac{d\Omega_1}{dt}$ u. s. w. die obigen Ausdrücke einzusetzen, so dafs diese Gleichungen die Form annehmen:

$$A\left(\frac{dw_1}{dt} - \theta_3 w_2 + \theta_2 w_3\right) = L$$

$$A\left(\frac{dw_2}{dt} - \theta_1 w_3 + \theta_3 w_1\right) = M$$

$$A\left(\frac{dw_3}{dt} - \theta_2 w_1 + \theta_1 w_2\right) = N.$$

Rollt z. B. eine Kugel vom Radius a, auf einer festen Kugel vom Radius b, und hat die rollende Kugel anfangs eine Winkelgeschwindigkeit um die Centrale beider Kugeln erhalten, so kann man den Berührungspunkt beider Kugeln bestimmen durch seine Länge φ und das Complement der Breite θ auf der festen Kugel, indem man deren höchsten Punkt als Pol ansieht.

Zur Bestimmung der Bewegung des Mittelpunkts kann man dann als bewegliche Axen annehmen: die Centrale als z Axe, und eine darauf senkrechte im Meridian des Berührungspunktes als x Axe. Dann wird

$$x = y = 0, \qquad z = a + b = c;$$

$$\theta_1 = \frac{d\varphi}{dt}\sin\theta, \quad \theta_2 = -\frac{d\theta}{dt}, \quad \theta_3 = \frac{d\varphi}{dt}\cos\theta;$$

$$u = -c\frac{d\theta}{dt}, \quad v = -c\frac{d\varphi}{dt}\sin\theta, \quad w = 0;$$

sind dann X, Y, Z die Componenten der Reibung und des Drucks, m die Masse der Kugel, so werden die Bewegungsgleichungen für den Mittelpunkt:

$$m\left(\frac{du}{dt} - v\frac{d\varphi}{dt}\cos\theta\right) = X - mg\sin\theta$$

$$m\left(\frac{dv}{dt} + u\frac{d\varphi}{dt}\cos\theta\right) = Y$$

$$m\left(u\frac{d\theta}{dt} + v\frac{d\varphi}{dt}\sin\theta\right) = Z - mg\cos\theta.$$

Zur Bestimmung der Bewegung der Kugel um ihren Mittelpunkt nimmt man dann Axen, welche den obigen parallel bleiben, und durch den Mittelpunkt der beweglichen Kugel gehen. Die betreffenden Differentialgleichungen werden dann, wenn noch $A = mk^2 = m \cdot \frac{2}{5} a^2$ gesetzt wird,

$$mk^2\left(\frac{dw_1}{dt} - w_2\frac{d\varphi}{dt}\cos\theta - w_3\frac{d\theta}{dt}\right) = Ya$$

$$mk^2\left(\frac{dw_2}{dt} - w_3\frac{d\varphi}{dt}\sin\theta + w_1\frac{d\varphi}{dt}\cos\theta\right) = -Xa$$

$$mk^2\left(\frac{dw_3}{dt} + w_1\frac{d\theta}{dt} + w_2\frac{d\varphi}{dt}\sin\theta\right) = 0.$$

Wenn die Kugel rollt, ohne zu gleiten, treten noch die Bedingungen hinzu:

$$u - aw_2 = 0 \quad \text{also} \quad w_2 = -\frac{c}{a}\frac{d\theta}{dt}$$

$$v + aw_1 = 0 \qquad\qquad w_1 = \frac{c}{a}\sin\theta\frac{d\varphi}{dt},$$

woraus zunächst $\frac{dw_3}{dt} = 0$ folgt, also

$$w_3 = \text{const} = n,$$

ferner lassen sich X, Y, Z eliminiren, und man erhält, für den Fall, dafs die Kugel anfänglich dem Pol sehr nahe ist,

$$w_1 = \frac{2}{7} n \operatorname{tg}\frac{\theta}{2},$$

$$t = \frac{7c}{2}\int\frac{d\theta\cos\frac{\theta}{2}}{\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{\left[35gc\cos^2\frac{\theta}{2} - a^2n^2\right]}},$$

$$\frac{d\varphi}{d\theta} = \frac{an}{\sin\theta\sqrt{\left[35gc\cos^2\frac{\theta}{2} - a^2n^2\right]}},$$

wodurch die Aufgabe vollständig gelöst ist. Zu bemerken ist beiläufig, dafs die Kugel abspringt, wenn $Z = 0$ wird, d. h. wenn

$$\cos\theta = \frac{10}{17}$$

wird.

Der Verfasser behandelt in ähnlicher Weise noch die Bewegung einer Kugel auf einem Kegel. *Bt.*

P. Frost. On motion and acceleration of motion. Qu. J. of Math. III. 71-85†.

Man kann die Geschwindigkeit eines ersten Punktes ansehen als Resultante der relativen Geschwindigkeiten des ersten gegen einen zweiten, des zweiten gegen einen dritten u. s. f., und der absoluten Geschwindigkeit des letzten. Von dieser Bemerkung ausgehend, leitet der Verfasser die im vorstehenden Referat mit (a) und (b) bezeichneten Gleichungen noch einmal ab, und giebt eine Reihe von Beispielen, welche die Bewegung eines Punkts betreffen, der an einen rotirenden Stab gebunden ist, das Foucault'sche Pendel u. s. w. *Bt.*

Liouville. Développements sur un chapitre de la mécanique de Poisson. Liouville J. 1858. p. 1-25†.

Diese Abhandlung ist eine Ergänzung zu dem Kapitel über die Rotation in Poisson's Mechanik. Sie ist kurze Zeit nach Poisson's Tode geschrieben, und führt einen noch von ihm angegebenen Gedanken aus. Es ist nämlich die Frage, was aus den bekannten Gleichungen

$$Cdr + (B - A)\,pqdt = Rdt, \text{ etc.}$$

wird, in dem Falle, wo das bewegliche System kein fester Körper ist, sondern ein System materieller Punkte, zwischen denen anziehende, oder abstofsende Kräfte thätig sind. Diese Kräfte kommen zwar in den betreffenden Gleichungen nicht vor, aber die materiellen Punkte können ihre Lage gegen die beweglichen Axen ändern; diese Axen bleiben daher nicht mit Nothwendig-

keit Hauptaxen des Systems, und selbst wenn dies der Fall ist, werden doch die Werthe für die Trägheitsmomente Functionen der Zeit.

Hr. Liouville macht nun die Ableitung doppelt, indem er zunächst die Rechnungen in der angeführten Stelle der Mechanik auf die entsprechende Weise modificirt, und dann in ähnlicher Weise die in der Poisson'schen Abhandlung im XV. Cah. des J. d. l'École polyt. enthaltenen. Der Gang ist beide Male durch die Sache selbst vorgeschrieben. Die Gleichungen werden:

$$L_1 = \frac{d}{dt}(Ap - Fq - Er + \alpha) + D(r^2 - q^2) + (C - B)qr$$
$$+ Fpr - Epq + q\gamma - r\beta$$

und zwei entsprechende, welche man durch Vertauschung der Buchstaben erhält; dabei ist

$$L_1 = \Sigma m(y_1 Z_1 - z_1 Y_1),$$
$$A = \Sigma m(y_1^2 + z_1^2), \quad B = \Sigma m(z_1^2 + x_1^2), \quad C = \Sigma m(x_1^2 + y_1^2),$$
$$D = \Sigma m y_1 z_1, \quad E = \Sigma m x_1 z_1, \quad F = \Sigma m x_1 y_1,$$
$$\alpha = \Sigma m\left(y_1 \frac{dz_1}{dt} - z_1 \frac{dy_1}{dt}\right), \quad \beta = \Sigma m\left(z_1 \frac{dx_1}{dt} - x_1 \frac{dz_1}{dt}\right),$$
$$\gamma = \Sigma m\left(x_1 \frac{dy_1}{dt} - y_1 \frac{dx_1}{dt}\right).$$

Wählt man die beweglichen Axen so, daſs sie stets Hauptaxen bleiben, so wird

$$D = E = F = 0,$$

und die Gleichungen dem entsprechend einfacher.

Sind L, M, N gleich Null, so erhält man die Integrale, welche dem Flächensatz entsprechen

$$l = a\,(Ap - Fq - Er + \alpha)$$
$$+ b\,(Bq - Dr - Fp + \beta)$$
$$+ c\,(Cr - Ep - Dq + \gamma)$$

u. s. w., wo l die Integrationsconstante ist.

Als Beispiel wählt der Verfasser einen nach drei rechtwinkligen Axen symmetrischen Körper, dessen Form (etwa unter dem Einfluſs von Temperaturveränderungen) variirt, ohne daſs die Symmetrie verloren geht. Es werden dann $D, E, F, \alpha, \beta, \gamma$ Null, und wenn keine äuſseren Kräfte auf den Körper wirken, so läſst sich die Rechnung zu Ende führen, wenn noch $B = A$ bleibt.

Bt.

Hargreave. On the problem of three bodies. Phil. Mag. (4) XVI. 466-473†; Proc. of Roy. Soc. IX. 265-273.

Die Abhandlung, über welche in der vorliegenden Notiz berichtet wird, enthält zwei neue Methoden für die Variation der Constanten, welche sich von den üblichen dadurch unterscheiden, dafs die Variationen explicite durch die Elemente selbst und die Zeit ausgedrückt sind, und nicht mittelst partieller Differentialcoefficienten. *Bt.*

Liouville. Sur un problème de mécanique. Liouville J. 1858. p. 69-72†.

Drei Massen m, $m_{,}$, $m_{,,}$ sollen einander anziehen und sich dabei in einer Ebene so bewegen, dafs die Entfernungen zwischen m und $m_{,}$ und m und $m_{,,}$ constant bleiben.

Wählt man den Schwerpunkt des Systems als Anfangspunkt der Coordinaten, und ist α der Winkel, welchen $mm_{,}$ mit einer der Axen einschliefst, β aber der Winkel zwischen $mm_{,}$ und $mm_{,,}$, so läfst sich die lebendige Kraft durch die beiden Variabelen α und β ausdrücken; und zwar kommt in diesem Ausdruck die Variabele α nicht selbst vor, sondern nur ihr Differentialquotient $\frac{d\alpha}{dt}$; desgleichen enthält die Kräftefunction nur β. Man erhält deshalb, aufser dem Integral der lebendigen Kraft, noch ein zweites, wenn man den partiellen Differentialquotienten der lebendigen Kraft nach $\frac{d\alpha}{dt}$ gleich einer Constanten setzt. Das Problem reducirt sich also auf Quadraturen. *Bt.*

C. Neumann. De problemate quodam mechanico, quod ad primam integralium ultraellipticorum classem revocatur. Crelle J. LVI. 46-63†.

Ein Punkt x, y, z bewegt sich auf einer Kugel $x^2+y^2+z^2=1$, während das Potential der anziehenden Kräfte die Form $ax^2+by^2+cz^2$ hat, was z. B. der Fall ist, wenn der Punkt von einem Ellipsoide $\frac{x^2}{\alpha^2}+\frac{y^2}{\beta^2}+\frac{z^2}{\gamma^2}=1$ angezogen würde. Durch

Einführung elliptischer Coordinaten wird das Problem mittelst des Hamilton-Jacobi'schen Satzes gelöst; man kommt auf zwei Gleichungen zwischen ultraelliptischen Integralen, welche gestatten, die Coordinaten x, y, z mittelst der Rosenhain'schen Reihen als Functionen der Zeit darzustellen. *Bt.*

Schlömilch. Ueber die Bewegung eines schweren Körpers auf einer Schraubenlinie. Z. S. f. Math. 1858. 1. p. 64-69†.

Der Verfasser weist darauf hin, dafs diese Bewegung ein passendes Uebungsbeispiel abgiebt. *Bt.*

Mahistre. Note sur la force nécessaire pour mouvoir un clef de robinet, ou un axe conique maintenu dans sa gaîne par la pression de la vapeur. C. R. XLVI. 978-979†.

Die Aufgabe ist nach einfachen Sätzen der Mechanik leicht zu lösen. *Bt.*

A. Poppe. Ueber die Reibungscurve und das Conoid von constantem Reibungsmoment. Jahresber. d. Frankf. Ver. 1857-1858. p. 64-73†.

Eine Discussion der bekannten Schiele'schen Reibungscurve. *Bt.*

J. Böhm. Ueber Pendel mit Quecksilbercompensation. Wien. Ber. XXVI. 337-370†.

Der Verfasser bestimmt, nach einer allgemeinen Theorie dieser Pendel, die Correctionen, welche man an der Länge der Pendelstange und der Quecksilbermenge anbringen mufs, wenn die Compensation anfangs nicht vollständig war. Beide Correctionen fallen, bei einem speciellen Beispiel, unerwartet grofs aus. *Bt.*

Davy. Koniska oscillationer. Öfvers. af Förhandl. 1858. p. 223-236.

H. Bochet. Diminution d'intensité du frottement de glissement à mesure que la vitesse augmente, particulièrement dans le glissement des wagons sur les rails des chemins de fer; formule représentative de cette diminution. C. R. XLVI. 802-806†.

Das Coulomb'sche Gesetz, wonach die Reibung unabhängig von der Geschwindigkeit ist, ist von Morin nur bis zu der Geschwindigkeit von etwas über 3m geprüft worden. Wenn nun die Räder der Eisenbahnwagen gebremst werden, so treten anfangs viel gröſsere Geschwindigkeiten auf, welche bis auf 25m steigen. Versuche von Poirée aus den Jahren 1851 und 1856, und von Garella und Bochet aus dem Jahre 1856 sollen nun gezeigt haben, daſs die Reibung mit wachsender Geschwindigkeit abnimmt. Nach dem Verfasser läſst sich die Reibung f in dem genannten Falle durch die Formel berechnen:

$$f = \frac{pk}{1 + av},$$

wo p den Druck bedeutet, k einen Coefficienten, der von dem Zustand der Schienen abhängt, und bei vollständiger Trockenheit den Werth 0,3 hat, mit zunehmender Feuchtigkeit aber bis auf 0,14 heruntergeht; v die Geschwindigkeit in Metern, und a einen Coefficienten, welcher = 0,03 ist, wenn die Räder direct auf den Schienen gleiten, und = 0,07, wenn ein Hemmschuh dazwischen liegt.

Die Kleinheit des Coefficienten a würde erklären, weshalb die Variation der Reibung bei kleinen Geschwindigkeiten nicht bemerkt worden ist. *Bt.*

Besant. Note on the equilibrium of flexible surfaces. Qu. J. of Math. III. 68-71†.

Einzelne Bemerkungen, namentlich gegen die Voraussetzungen Lagrange's und Poisson's gerichtet, daſs die Spannungen in einem Punkt nach allen Richtungen gleich sind, oder die Spannung in einem Flächenelemente stets senkrecht gegen die Begrenzungslinie stehe. *Bt.*

G. B. Airy. On the mechanical conditions of the deposit of a submarine cable. Phil. Mag. (4) XVI. 1-18†.

Die Versenkung des atlantischen Kabels führt den Verfasser auf die Berechnung der Form, welche dasselbe unter verschiedenen Voraussetzungen annehmen mufs, so wie der Spannungen in demselben.

1) Unter der Voraussetzung, dafs der Meeresgrund eine Ebene sei; dafs das Schiff sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewege, und das Kabel mit derselben Geschwindigkeit heruntergelassen werde; dafs die Curve, welche das Kabelstück zwischen dem Berührungspunkt im Meeresspiegel und dem Schiff bildet, immer dieselbe Form behalte; dafs endlich der Widerstand des Wassers vernachlässigt werden könne, findet man das einfache Resultat, dafs die Form der Curve eine gewöhnliche Kettenlinie ist, und dafs die Spannungen gleichfalls mit denen der entsprechenden Kettenlinie übereinstimmen bis auf eine von der Geschwindigkeit des Schiffes abhängende Constante, um welche alle vermehrt werden müssen.

2) Die letzte der gemachten Voraussetzungen trifft aber so wenig zu, dafs vielmehr die Endgeschwindigkeit eines im Wasser fallenden Kabelstücks 3′ in der Secunde nicht überschreitet, während die Geschwindigkeit des Schiffs mehr als doppelt so grofs ist. Das Problem läfst sich dann noch lösen, wenn man den Widerstand des Wassers proportional der ersten Potenz der Geschwindigkeit setzt, und zwar von gleicher Gröfse bei einer longitudinalen und einer seitlichen Verschiebung. Der untere Theil der Curve nähert sich dann der Form einer Kettenlinie, und der obere einer geraden. In einem speciellen Falle, nämlich wenn die Spannung an dem Berührungspunkt mit dem Meeresboden verschwindet, wird die Form eine gerade Linie, welche mit dem Horizont einen Winkel einschliefst, dessen Tangente gleich der Endgeschwindigkeit eines im Wasser fallenden Kabelstücks dividirt durch die Geschwindigkeit des Schiffs ist.

3) Der Verfasser findet schliefslich, dafs die Form einer geraden Linie auch in dem Falle möglich ist, wenn der Widerstand des Wassers bei longitudinaler und seitlicher Verschiebung ver-

schieden ist, und das Kabel schneller abgewickelt wird, als das Schiff läuft. *Bt.*

Babinet. Sur la prétendue variation de la pesanteur. C. R. XLVI. 17-17†; Cosmos XII. 119-121†.

de Boucheporn's wunderlicher Einfall (Berl. Ber. 1857. p. 118) veranlafst Hrn. Babinet zu bemerken, dafs die astronomischen Uhren bei der Variation von $\frac{1}{70}$ in der Schwere seitweise um 10 Minuten nachgehen müfsten. de Boucheporn ist mittlerweile gestorben, vielleicht werden aber seine Freunde die Ursache der Veränderungen in der Höhe der Quecksilbersäule eines zugeschmolzenen Barometers noch erklären. *Bt.*

Petit. Détermination de la longueur du pendule à secondes et de l'intensité de la pesanteur au nouvel observatoire de Toulouse. C. R. XLVI. 516-518†.

Ein und dasselbe Pendel machte in 24 Stunden mittlerer Zeit, reducirt auf den Spiegel des Meeres, 15° C, und den leeren Raum,

zu Paris . . 87913,7400 Oscillationen,
zu Toulouse 87893,2132 - .

Da nun die Länge l' des Secundenpendels und die Schwere g' in Paris sind

$$l' = 993{,}856491^{\text{mm}}, \qquad g' = 9{,}80897^{\text{m}},$$

so folgen für Toulouse die entsprechenden Werthe

$$l'' = 993{,}3922^{\text{mm}}, \qquad g'' = 9{,}804389^{\text{m}}.$$

Diese Werthe von l' und l'' liefern mit den Breiten von Paris und Toulouse in der Gleichung

$$l = A + B \sin^2 L$$

für die Constanten A und B Werthe, aus denen die Abplattung a der Erde mittelst der Formel

$$a = \frac{5}{2} \cdot \frac{1}{289} - \frac{B}{A}$$

bestimmt werden kann; man erhält

$$a = \frac{1}{285,6855},$$

während nach La Place

$$a = \frac{1}{306,75}$$

ist. Die Werthe von l'' und g'' erscheinen demnach etwas groſs. Die Ursache ist nach dem Verfasser in einer etwas stärkeren Krümmung des Erdmeridians in der Nähe von Toulouse, und in localen Anziehungen zu suchen. *Bt.*

Pratt. On the Deflection of the Plumbline in India caused by the Attraction of the Himalaya Mountains and the elevated regions beyond, and its modification by the compensating effect of a Deficiency of Matter below the Mountain Mass. Proc. of Roy. Soc. IX. 493-496†; Phil. Mag. XVI. 401-408.

Bekanntlich hatte sich Hr. Pratt gegen die Airy'sche Hypothese von dem Schwimmen der Gebirgsmassen in der flüssigen Erdmasse erklärt (vergl. Berl. Ber. 1855. p. 76-77). Um nun aber den Grund für die zu geringe Ablenkung des Bleiloths von den Stationen Kaliana, Kalianpur und Damargida aufzufinden, prüft er zunächst die folgende Hypothese: die Gebirgsmassen haben sich in Folge einer Ausdehnung der festen Erdkruste gehoben, welche eine Verminderung der Dichtigkeit der das Gebirge umgebenden Kruste bis in beträchtliche Tiefen hinein zur Folge gehabt hat. Hr. Pratt berechnet nun den Effect dieser Verdünnung und zeigt, daſs sie die Anziehung des Himalaya vermindert; es bringt die so modificirte locale Anziehung, je nachdem man annimmt, daſs sich die Verdünnung bis auf die Tiefe von 100 oder 300 oder 500 oder 1000 (engl.) Meilen erstreckt folgende Ablenkungen hervor:

in Kaliana:	1,538″	oder	6,872″	oder	10,912″	oder	16,779″,
in Kalianpur:	0,064″	-	0,369″	-	2,425″	-	4,661″,
in Damargida:	0,065″	-	0,076″	-	0,120″	-	1,570″.

Corrigirt man nach diesen Ablenkungen die Amplituden der

beiden Theile des Meridians, so findet man für die Ellipticität nach den vier Annahmen:

$$\frac{1}{216}, \quad \frac{1}{280}, \quad \frac{1}{286}, \quad \frac{1}{385}.$$

Die Hypothese erklärt aber den eigenthümlichen Umstand nicht, dafs der obere Theil des Meridianbogens eine Amplitude hat, welche nach geodätischen Messungen um 5,236″ zu grofs, und der untere eine, welche um 3,789″ zu klein ist. Hier müssen locale Ursachen angenommen werden, z. B. eine locale Verminderung der Dichtigkeit in der Gegend der Station. Auch zur Schätzung des Effects solcher Verminderungen hat der Verfasser Rechnungen angestellt. *Bt.*

Clarke. Note on Archdeacon Pratt's paper on the effect of local attraction on the english Arc. Proc. of Roy. Soc. IX. 496-497†; Phil. Trans. CXLVIII. 787-789.

Den Rechnungen Pratt's (Berl. Ber. 1855. p. 78) sind Data zu Grunde gelegt, die sich durch die neue Vermessung als falsch erwiesen haben. Hr. Clarke hat daher die Rechnungen nach den Pratt'schen Formeln mit den neuen Daten wiederholt. Die Resultate sollen in den Phil. Transactions mitgetheilt werden. *Bt.*

Foucault'sche Versuche.

G. Sire. Sur la tendence des axes de rotation au parallélisme, et son application à la détermination expérimentale de la rotation terrestre. Arch. d. sc. phys. (2) I. 105-144†.

de la Rive. Note relative à la découverte du gyroscope. Arch. d. sc. phys. (2) III. 105-107†.

Hr. Sire giebt eine populäre Darstellung der betreffenden Untersuchungen, bei welchen nach Hrn. de la Rive die Prioritätsrechte Foucault's nicht vollständig gewahrt sind; in seiner Note läfst er daher den Brief Foucault's an das J. des Débats noch einmal abdrucken (vergl. Berl. Ber. 1852. p. 93†). *Bt.*

J. G. Barnard. On the motion of the gyroscope as modified by the retarding forces of friction and the resistance of the air, with a brief analysis of the „top". Silliman J. (2) XXV. 67-75†.

Nachdem der Verfasser in einer früheren Abhandlung (Berl. Ber. 1857. p. 123†) die Bewegung eines Umdrehungskörpers behandelt hat, der mit einer sehr grofsen Rotationsgeschwindigkeit in Bezug auf seine geometrische Axe, sich um einen festen Punkt der Axe dreht, sucht er durch eine Reihe von Reflexionen plausibel zu machen, dafs die Widerstände der Reibung in den Zapfen und der Luftwiderstand die theoretisch gefundenen Bewegungen bei einer Rotationsmaschine so modificiren müssen, wie es die Beobachtung zeigt. Daran schliefst sich dann die Vergleichung dieser Bewegungen mit denen eines Kreises. *Bt.*

J. G. Barnard. On the effects of initial gyratory velocities, and of retarding forces, on the motions of the gyroscope. Silliman J. (2) XXV. 417-422†.

Diese Abhandlung enthält theils Verbesserungen zu einer Abhandlung aus dem Jahre 1857, theils Zusätze zu der oben erwähnten. *Bt.*

---

8. Hydromechanik.

H. Darcy. Recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux. Mém. d. sav. étr. XV. 141-403. Siehe Berl. Ber. 1854. p. 168-171.

Helmholtz. Ueber die Integrale der hydrodynamischen Gleichungen, welche der Wirbelbewegung entsprechen. Crelle J. LV. 25-55†.

Diese Abhandlung führt die Hydrodynamik einen Schritt weiter. Wenn die Geschwindigkeitscomponenten der Wasser-

theilchen nicht die partiellen Differentialquotienten einer und derselben Function sind (wenn kein Geschwindigkeitspotential existirt), so verschwinden die Differenzen

$$\frac{dv}{dz}-\frac{dw}{dy},\quad \frac{dw}{dx}-\frac{du}{dz},\quad \frac{du}{dy}-\frac{dv}{dz}$$

nicht; der Verfasser zeigt nun, dafs ihre halben Werthe die Componenten der Rotationsgeschwindigkeit eines Flüssigkeitselementes in Bezug auf die drei Axen sind: Drehungen der kleinsten Theile (Wirbel) und Geschwindigkeitspotentiale schliefsen also einander aus.

Existirt nun ein Kräftepotential, und bezeichnet man jene Rotationscomponententen mit ξ, η, ζ, so ergeben sich aus den hydrodynamischen Differentialgleichungen die Werthe ihrer nach der Zeit genommenen Differentialquotienten

$$\frac{d\xi}{dt}=\xi\frac{du}{dx}+\eta\frac{du}{dy}+\zeta\frac{du}{dz}=\xi\frac{du}{dx}+\eta\frac{dv}{dx}+\zeta\frac{dw}{dx}$$
$$\frac{d\eta}{dt}=\xi\frac{dv}{dx}+\eta\frac{dv}{dy}+\zeta\frac{dv}{dz}=\xi\frac{du}{dy}+\eta\frac{dv}{dy}+\zeta\frac{dw}{dy}$$
$$\frac{d\zeta}{dt}=\xi\frac{dw}{dx}+\eta\frac{dw}{dy}+\zeta\frac{dw}{dz}=\xi\frac{du}{dz}+\eta\frac{dv}{dz}+\zeta\frac{dw}{dz},$$

und da diese mit ξ, η, ζ zugleich verschwinden, so folgt der Satz:

Die Wassertheilchen, welche Anfangs keine Rotationsbewegung haben, bekommen auch im Verlauf der Zeit keine Rotationsbewegung.

Ist ferner $q=\sqrt{\xi^2+\eta^2+\zeta^2}$ die resultirende Rotationsgeschwindigkeit, $q\varepsilon$ ein unendlich kleines Stück der augenblicklichen Drehungsaxe, und u und u_1, v und v_1, w und w_1 die Geschwindigkeitscomponenten an den beiden Enden dieses Stücks, so ergeben sich für die Projectionen der Lage, welche die Verbindungslinie nach Verlauf des Zeitmoments dt angenommen hat, die Gleichungen

$$\varepsilon\xi+(u_1-u)dt=\varepsilon\left(\xi+\frac{d\xi}{dt}dt\right)$$
$$\varepsilon\eta+(v_1-v)dt=\varepsilon\left(\eta+\frac{d\eta}{dt}dt\right)$$
$$\varepsilon\zeta+(w_1-w)dt=\varepsilon\left(\zeta+\frac{d\zeta}{dt}dt\right)$$

aus denen folgt, dafs die Verbindungslinie auch nach Ablauf der Zeit dt Drehungsaxe bleibt. Der Verfasser nennt nun Wirbellinie eine Linie, deren Richtung überall mit der Richtung der augenblicklichen Drehungsaxe zusammen fällt, und es folgt dann der Satz: Eine jede Wirbellinie bleibt fortdauernd aus denselben Wassertheilchen zusammengesetzt, während sie mit diesen Wassertheilchen in der Flüssigkeit fortschwimmt.

Ebenso folgt aus den obigen Gleichungen: die Gröfse der resultirenden Rotationsgeschwindigkeit ändert sich in einem bestimmten Wassertheilchen in demselben Verhältnifs, wie der Abstand dieses Wassertheilchens von seinen Nachbarn in der Rotationsaxe. Heifst nun ein unendlich dünner Wasserfaden, der von lauter Wirbellinien eingeschlossen ist, ein Wirbelfaden, so hat man aus den beiden genannten Sätzen den folgenden: Das Product aus der Rotationsgeschwindigkeit und dem Querschnitt in einem aus denselben Wassertheilchen bestehenden Stücke eines Wirbelfadens bleibt bei der Fortbewegung desselben constant.

Ist S ein beliebiger geschlossener Raum der Wassermasse, und θ der Winkel, welcher die Normale an einem Punkt der Oberfläche dieses Raumes mit der augenblicklichen Drehungsaxe des dort befindlichen Tropfens bildet, ist $d\omega$ das Flächenelement, so ist

$$\iint q \cos\theta \,.\, d\omega = 0.$$

Hieraus folgt: das Product aus Rotationsgeschwindigkeit und Querschnitt ist in der ganzen Länge desselben Wirbelfadens constant, und: ein Wirbelfaden kann innerhalb des Wassers nicht aufhören, mufs also entweder in sich zurücklaufen, oder bis an die Grenzen der Flüssigkeit reichen.

Wenn nun innerhalb einer Wassermasse, die den Raum S einnimmt, die Werthe von ξ, η, ζ gegeben sind, so kann man aus ihnen u, v, w finden; man hat hierfür die Gleichungen

$$\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}=0$$

und

$$\frac{dv}{dz}-\frac{dw}{dy}=2\xi$$
$$\frac{dw}{dx}-\frac{du}{dz}=2\eta$$
$$\frac{du}{dy}-\frac{dv}{dx}=2\zeta$$

wozu noch die Grenzbedingungen treten.

Ergänzt man alle Wirbelfäden, welche an der Grenze des Raumes S aufhören, zu in sich zurücklaufenden, so dafs ein gröfserer Raum S_1 entsteht, so wird diesen Gleichungen genügt, durch die Werthe

$$u=\frac{dP}{dx}+\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz}$$
$$v=\frac{dP}{dy}+\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}$$
$$w=\frac{dP}{dz}+\frac{dM}{dx}-\frac{yL}{dy},$$

wo L, M, N, P durch die Bedingungen bestimmt sind, dafs innerhalb des Raumes S_1

$$\frac{d^2L}{dx^2}+\frac{d^2L}{dy^2}+\frac{d^2L}{dz^2}=2\xi$$
$$\frac{d^2M}{dx^2}+\frac{d^2M}{dy^2}+\frac{d^2M}{dz^2}=2\eta$$
$$\frac{d^2N}{dx^2}+\frac{d^2N}{dy^2}+\frac{d^2N}{dz^2}=2\zeta$$
$$\frac{d^2P}{dx^2}+\frac{d^2P}{dy^2}+\frac{d^2P}{dz^2}=0$$

sei. Man kann also die Gröfsen L, M, N als Potentialfunctionen fingirter magnetischer Massen ansehen, welche durch den Raum S_1 verbreitet sind, und die Dichtigkeit

$$-\frac{\xi}{2\pi},\quad -\frac{\eta}{2\pi},\quad -\frac{\zeta}{2\pi}$$

haben, und P als die Potentialfunction von Massen, welche aufserhalb des Raumes S so verbreitet sind, dafs die erwähnten Grenzbedingungen befriedigt werden.

Die Werthe von u, v, w erscheinen so als Integrale, die sich über den Raum S_1 erstrecken, und man kann in diesen Werthen denjenigen Theil bestimmen, welcher dem Vorhanden-

sein eines gewissen Elements entspricht; und findet dann den folgenden Satz: Jedes rotirende Wassertheilchen *a* bedingt in jedem anderen Theilchen *b* derselben Wassermasse eine Geschwindigkeit, welche senkrecht gegen die Ebene steht, welche durch die Rotationsaxe von *a* und das Theilchen *b* geht. Die Gröfse dieser Geschwindigkeit ist direct proportional dem Volumen von *a*, seiner Rotationsgeschwindigkeit, und dem Sinus des Winkels zwischen der Linie *ab* und der Rotationsaxe; und umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung beider Theilchen.

Der Verfasser macht nun darauf aufmerksam, dafs die Kraft, welche eine in *a* befindliche elektrische, der Rotationsaxe parallele Strömung auf ein in *b* befindliches magnetisches Theilchen ausüben würde, genau demselben Gesetze folgen würde; und setzt die mathematische Verwandtschaft beider Klassen von Naturerscheinungen näher auseinander. Schliefslich betrachtet er die Fälle, wo entweder geradlinige parallele Wirbelfäden in einer unbegrenzten Flüssigkeit existiren, oder kreisförmige. Setzt man die Rotationsgeschwindigkeit für die Dichtigkeit der Wassertropfen, so bleibt der Schwerpunkt der Fäden im ersten Falle ungeändert, und die Fäden rotiren um denselben. Bei kreisförmigen Wirbelfäden dagegen, die alle auf einer gemeinsamen Axe senkrecht stehen, bewegt sich der Schwerpunkt ihres Querschnitts parallel der Axe fort. *Bt.*

A. Clebsch. Ueber die Integration der hydrodynamischen Gleichungen. Crelle J. LVI. 1-10†.

Nachdem der Verfasser früher (Berl. Ber. 1857. p. 124.) nachgewiesen hatte, dafs für den Fall der stationären Bewegung die Integration der hydrodynamischen Gleichungen immer auf ein Problem der Variationsrechnung zurückgeführt werden kann, zeigt er nun, wie mit Hilfe einer (sogleich zu nennenden) Substitution auch der allgemeine Fall auf ein solches Problem zurückkommt.

Wenn $udx + vdy + wdz$ kein vollständiges Differential ist, so läfst sich dasselbe doch auf die Form

bringen, so dafs

$$d\varphi + m d\psi$$

$$u = \frac{\partial\varphi}{\partial x} + m\frac{\partial\psi}{\partial x}$$

$$v = \frac{\partial\varphi}{\partial y} + m\frac{\partial\psi}{\partial y}$$

$$w = \frac{\partial\varphi}{\partial z} + m\frac{\partial\psi}{\partial z}$$

wird. Die Functionen m und ψ bestimmen dann die von HELMHOLZ betrachteten Wirbelbewegungen.

Der Verfasser entwickelt nun für ein System von Gleichungen, von dem die hydrodynamischen einen speciellen Fall bilden, Theoreme, welche für die Hydrodynamik das Resultat gewähren:

Wenn U die Kräftefunction ist, p der Druck, q die Dichtigkeit, so kommt die Integration der hydrodynamischen Gleichungen auf die Aufgabe zurück, das Integral

$$\int\int\int\int\left(U - \frac{p}{q}\right) dt\, dx\, dy\, dz$$

zu einem Maximum oder Minimum zu machen, wo man

$$U - \frac{p}{q} = \frac{\partial\varphi}{\partial t} + m\frac{\partial\psi}{\partial t} + \frac{u^2 + v^2 + w^2}{2}$$

zu setzen hat, und für u, v, w die oben angeführten Ausdrücke. Die Integrale der Gleichungen

$$\frac{dx}{dt} = u,\quad \frac{dy}{dt} = v,\quad \frac{dz}{dt} = w$$

werden dann:

$$m = \text{const.}\qquad \psi = \text{const.}$$

und ein drittes, welches die Theorie des letzten Multiplicators ergiebt. *Bt.*

A. POPOFF. Solution d'un problème sur les ondes permanentes. LIOUVILLE J. 1858. p. 251-257†.

Ein Strom homogener Flüssigkeit von unendlicher Breite und Tiefe erleidet längs eines Querstreifens an seiner Oberfläche eine Pressung, auf die Flüssigkeit wirkt aufserdem nur noch die Schwere; die Form der Wellen an der Oberfläche der Flüssigkeit soll bestimmt werden. Unter der Voraussetzung, dafs so-

wohl die Abweichungen der horizontalen Geschwindigkeit von der Geschwindigkeit des Stromes, als die verticalen Geschwindigkeiten von der ersten Ordnung bleiben, läfst sich das Problem lösen. Die Länge der Wellen wird mit wachsender Entfernung von der Druckstelle mehr und mehr proportional dem Quadrat der Stromgeschwindigkeit. *Bt.*

Plateau. Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur. Quatrième série. Mém. d. Brux. XXXI.; Ann. d. chim. (3) LIII. 26-41†; Arch. d. sc. phys. (2) III. 108-112; Cosmos XII. 388-392.

Durch eine elementare Discussion der Gleichung

$$\frac{1}{R}+\frac{1}{R_1}=c$$

sucht der Verfasser die Umdrehungskörper zu classificiren, in welchen eine der Schwere entzogene Flüssigkeitsmasse existiren kann. Er zeigt zunächst, dafs die Kugel die einzige von allen ist, welche die Umdrehungsaxe schneidet; alle anderen Gleichgewichtsfiguren müssen sich ins Unendliche erstrecken; aufser der Ebene und dem Cylinder findet er noch eine Gleichgewichtsfigur, deren Meridian eine wellenförmige Curve ist; eine, die eine Kettenlinie zum Meridian hat, so dafs die Axe der Symmetrie senkrecht auf der Umdrehungsaxe steht, und eine, deren Meridian lauter gleiche Schleifen bildet. Die Mittel, begrenzte Theile solcher Figuren von Oel im Alkoholgemisch zu bilden, werden angegeben. *Bt.*

D. Codazzi. Teorica de' moti piccioli d'un gallegiante omogeneo. Tortolini Ann. 1858. p. 205-226†.

Absehend von der Bewegung der Flüssigkeit, behandelt der Verfasser die Oscillationen eines, ein wenig aus der Gleichgewichtslage verschobenen, schwimmenden Körpers, indem er sich auf die von Dupin ausgesprochenen Sätze (Dupin, Applications de Géométrie et de Mécanique. Paris 1822. p. 1 ff.) stützt; zugleich ergiebt sich ein Beweis des Dupin'schen Satzes: dafs das

Gleichgewicht des schwimmenden Körpers stabil ist, wenn die Entfernung seines Schwerpunkts vom Schwerpunkt der verdrängten Wassermasse kleiner ist, als der kleinste Krümmungsradius derjenigen Fläche, in welcher die Schwerpunkte aller der durch Ebenen abgeschnittenen Körpertheile liegen, deren Volumen gleich dem Volumen der Wassermasse ist, welche der Körper in der Gleichgewichtslage verdrängt (surface des centres de carènes). *Bt.*

Schönemann. Experimentaluntersuchungen über den Druck, welchen das fliefsende Wasser während des Fliefsens auf seine eigenen Theile ausübt, an der Stelle, an welcher es aus einem Gefäfs von constantem Niveau in eine Heberröhre eintritt. Berl. Monatsber. 1858. p. 273-280†.

Fliefst aus einem stets voll gehaltenen Gefäfs Wasser mittelst eines Hebers aus, dessen unteres Ende horizontal gebogen ist, so werden einerseits die in das obere Heberende eintretenden Wasserelemente eine Beschleunigung nach oben erfahren, welche das System leichter machen müfste; andererseits wird aber diese Beschleunigung nur bewirkt durch die Reaction zwischen den eintretenden und den darunter liegenden Wassermolecülen; diese Reaction hat einen Druck nach unten zur Folge, welcher jenes Leichterwerden wieder aufhebt. Dies scheint im Wesentlichen der leitende Gedanke der Abhandlung zu sein, in der die erforderlichen Rechnungen specieller ausgeführt, und die, mit Hilfe der Brückenwage angestellten, Versuche näher beschrieben sind, welche die obige Reflexion bestätigen. *Bt.*

C. Ludwig und J. Stefan. Ueber den Druck, welchen das fliefsende Wasser senkrecht zu seiner Stromrichtung ausübt. Wien. Ber. XXXII. 25-42†; Z. S. f. Naturw. XII. 473-474; Inst. 1858. p. 284-284.

Der Druck, welchen das fliefsende Wasser senkrecht zu seiner Stromrichtung ausübt, ist namentlich an Stellen, wo plötzliche Querschnittsänderungen Wirbel veranlassen, nicht an allen

Punkten des Querschnitts gleich. Die Verfasser haben nun in dieser ersten Abhandlung die Störungen untersucht, welche nach dem Radius eines Querschnitts in den (in cylindrischen Röhren fliefsenden) Strom hineingebrachte dünne Manometerröhren hervorbringen. Es ändert sich dabei die mittlere Geschwindigkeit des Stromes, und der Druck an der gegenüberliegenden Wandfläche nimmt ab. Auch bei den um 90° entfernten Stellen der Querschnittsperipherie zeigte sich eine Druckverminderung. Ein Coconfaden, welcher vor dem Einbringen des Manometers axial lag, legte sich an das eindringende Manometer an; eingeführter Bärlappsamen liefs die Wirbel beobachten, welche dabei entstanden. Verbindet man das eingeführte Manometer mit einem gegenübergestellten an den freien Enden durch ein gebogenes Rohr, so kann man einen Strom hervorrufen, welcher von dem zweiten Manometer zum ersten fliefst. *Bt.*

TH. REISHAUS. Ueber den hydraulischen Druck von Wasser, welches zwischen zwei Platten unter Wasser ausströmt. POGG. Ann. CIV. 401-412†.

Die von CLEMENT in der Luft beobachtete Erscheinung, welche unter dem Namen des aerodynamischen Paradoxon bekannt ist, findet ihr Analogon im Wasser. Eine Platte wird in einem Wassergefäfs gehalten durch einen Apparat, der wieder auf der Brücke einer SCHOENEMANN'schen Wage befestigt ist. Der Platte gegenüber steht eine zweite, durchbohrte; in die Durchbohrung ist ein Rohr eingeschraubt, aus welchem das Wasser zwischen die Platten strömt. Die erste Platte wird, wenn die Entfernung eine gewisse Grenze nicht überschreitet, angezogen. Die Erklärung, welche der Verfasser von der Erscheinung giebt, scheint eine etwas gewagte Anwendung des Princips von dem Parallelismus der Schichten zu sein; würde sich aber wohl in eine einwurfsfreiere verwandeln lassen. Dafs an einer plötzlichen Verengung eines Ausflufsgefäfses der Druck unter den atmosphärischen sinken kann, ist nicht von WEISBACH zuerst bemerkt, wie der Verfasser glaubt; und in wiefern diese Erscheinung über

die innere Reibung des Wassers Aufschlufs geben soll, ist nicht recht abzusehen. *Bt.*

J. Weisbach. Vorläufige Mittheilungen über die Ergebnisse vergleichender Versuche über den Ausflufs der Luft und des Wassers unter hohem Druck. Polyt. C. Bl. 1858. p. 1601-1616†.

Von den Hauptergebnissen der im Jahre 1856 angestellten Versuche giebt der Verfasser hier eine kurze Mittheilung. Bei den Versuchen über den Ausflufs des Wassers wurde der Druck unmittelbar vor der Mündung mittelst eines Manometers bestimmt, die Druckhöhe betrug ungefähr 17 Meter. Die gefundenen Ausflufscoefficienten stimmen nahe überein mit den unter geringem Druck bestimmten. Mit einer cylindrischen Ansatzröhre von 1,41 Cent. Durchmesser war ein voller und gleichförmiger Ausflufs erst zu erlangen, wenn die Druckhöhe unter $13{,}3^m$ reducirt, und die Länge der Röhre gleich dem sechsfachen Durchmesser gemacht wurde; dagegen gab eine Röhre von 2,44 Cent. Durchmesser und neunmal so grofser Länge bei 17^m Druckhöhe einen vollen Ausflufs, mit dem Ausflufscoefficienten 0,815. Auch über die Reibungscoefficienten des Wassers hat der Verfasser Versuche ausgeführt, durch welche er seine in der Maschinenmechanik aufgestellte Erfahrungsformel bestätigt findet.

Bei den Versuchen über den Ausflufs der Luft wurde Luft in einen Dampfkessel gedrückt; und der Manometerstand im Kessel vor und nach dem Ausströmen abgelesen und die Zeit des Ausströmens beobachtet. Die Abkühlung der Luft beim Ausströmen war so bedeutend, dafs Wasser, welches mit dem Ausflufsrohr in Berührung kam, sofort gefror, während die Temperatur der Umgebung 20° betrug.

Der Ausflufscoefficient μ ist nach der Formel berechnet worden:

$$\mu = \frac{V}{395 F b t \sqrt{\left[\frac{k}{k-1}(1+\delta\tau)\right]}} \int_{h_1}^{h_0} \frac{dh}{\left(\frac{b+h}{b}\right)^{\frac{k-1}{k}} \sqrt{\left[1-\left(\frac{b}{b+h}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]}},$$

wo V den Fassungsraum des Kessels, F den Querschnitt der Mündung, b den Barometerstand in der freien Luft, h_0 den Manometerstand vor, und h_1 denselben nach dem Ausströmen, t die Ausflufszeit, $k = 1,42$ das Verhältnifs der beiden specifischen Wärmen der Luft, τ die Temperatur der Umgebung bedeutet.

Der anfängliche Druck im Kessel variirte zwischen 1,05 und 2,5 Atmosphären. Die Formel lieferte bei so verschiedenen Druckhöhen für den Ausflufscoefficienten bei immer abgerundeten conischen Mundstücken Werthe, welche zwischen 0,95 und 0,97 lagen; dagegen weichen die Werthe bei dem Ausströmen durch Mündungen in dünner Wand sehr von einander ab, es scheint also der Contractionscoefficient mit wachsender Druckhöhe zuzunehmen. Bei Druckhöhen von 0,05 bis 0,85 Meter Quecksilber wächst μ von 0,555 bis 0,787. Bei cylindrischen Ansatzröhren von 1 bis 2,4 Cent. Weite und der dreifachen Länge liegt μ zwischen 0,730 und 0,833. War die Röhre innen abgerundet, so kam $\mu = 0,927$.

Der Coefficient des Reibungswiderstandes wurde dem des Wassers ziemlich gleich gefunden; er nimmt, wie dieser, mit wachsender Geschwindigkeit ab. *Bt.*

Marey. Recherches sur la circulation du sang. (Études hydrauliques.) C. R. XLVI. 483-485†.

Der Verfasser hat Versuche über das Fliefsen des Wassers in elastischen Röhren angestellt; danach vermehrt die Elasticität der Röhren die Ausflufsmenge nur bei intermittirendem Zuflufs. Die sonst noch mitgetheilten Notizen sind theils zu kurz gehalten, theils physiologischer Art. *Bt.*

Ménabréa. Note sur l'effet du choc de l'eau dans les conduites. C. R. XLVII. 221-224†.

Der Effect des Stofses, welchen das Wasser gegen die Leitungsröhren ausübt, wenn es plötzlich zum Stillstand gebracht wird, soll nach dem Verfasser durch die Zusammendrückbarkeit

des Wassers wesentlich vermindert werden. Der Verfasser theilt einige Formeln mit, aus welchen dies hervorgehen soll. *Bt.*

Rachmaninow. Note sur la théorie de la roue hydraulique en dessous à aubes planes. Liouville J. 1858. p. 395-415†.

Eine vollständige Theorie des unterschlächtigen Wasserrades, in der namentlich der Betrag des ungenutzt durchfliefsenden Wassers genauer berechnet ist, als die von Gerstner und Redtenbacher. *Bt.*

W. B. Rogers. On the formation of rotating rings by air and liquids under certain conditions of discharge. Silliman J. (2) XXVI. 246-258†.

Der Verfasser entwickelt in einem geschlossenen Gefäfs, in welchem etwas Salzsäure gegossen wird, und Baumwollenfäden, die mit Ammoniak getränkt sind, aufgehängt werden, Salmiakdämpfe; und treibt diese aus einer Oeffnung aus, indem er durch eine andere mit einer passenden Blasevorrichtung hineinbläst. Es ist dann leicht, die Ringe mit verschiedenen Variationen hervorzubringen. Tropfen gefärbter Flüssigkeit, welche auf Wasser fallen, lassen ähnliche Wirbelerscheinungen beobachten. *Bt.*

Fernere Literatur.

Osann. Ueber den sphäroidalen Zustand der Flüssigkeiten, und über die Möglichkeit eines vierten Aggregatzustandes der Körper. Verh. d. Würzb. Ges. IX. 52-62.

de Caligny. Expériences sur une nappe liquide divergente considérée dans ses rapports avec la succion des vagues. C. R. XLVI. 48-51; Inst. 1858. p. 51-52.

— — Expériences sur le mouvement de l'eau dans les coudes, considéré dans les rapports avec la succion des vagues et la constitution géologique des vallées. C. R. XLVI. 143-146.

— — Expériences sur les nappes liquides divergentes. C. R. XLVI. 537-540.

de Caligny. Nouvelles expériences hydrauliques. Inst. 1858. p. 429-430.

R. Moon. On the theory of internal resistance and internal friction in fluids; and on the theories of sound and of auscultation. (Siehe Akustik.)

Stability of floating bodies. Mech. Mag. LXVIII, LXX.

---

9. Aeromechanik

F. Guthrie. On a new form of spirator. Phil. Mag. (4) XV. 64-65†.

In eine Glasflasche münden vier Röhren, von denen die eine der Flasche Wasser zuführt, welches dann durch eine zweite heberförmige Röhre von gröfserem Durchmesser schneller ausfliefst, als es durch das erste Rohr nachfliefsen kann. Dadurch wird die Luft in der Flasche abwechselnd verdünnt und verdichtet, und so aus dem dritten Rohr Luft in die Flasche gesogen, die bei der Compression durch das vierte Rohr entweicht. Die Enden der Luft führenden Röhren münden unter Quecksilber, um das Eindringen von Wasser zu vermeiden; der Quecksilberverschlufs wirkt dann nach Art eines Ventils. Ein constanter Wasserstrom kann dann also dazu dienen, Luft durch eine Röhrenleitung zu saugen oder zu treiben, und soll nach des Verfassers Angabe die durchgegangene Luftmenge in einem constanten Verhältnifs zur durchgeflossenen Wassermenge stehen.

Q.

A. Gairaud. Machine pneumatique à mercure fonctionnant sans pistons ni soupapes, faisant aisément le vide à moins d'un millième de millimètre et donnant, dans certains cas, le vide barométrique. C. R. XLVI. 528-530, 635-635†.

Der Verfasser füllt ein Glasrohr von 800^{mm} Länge und 8^{mm} Durchmesser, das an beiden Enden mit eisernen Hähnen verse-

hen ist, mit Quecksilber, läfst dieses dann durch den unteren Hahn ausfliefsen und erhält so im oberen Theile des Rohres einen luftleeren Raum. An den oberen Hahn lassen sich Recipienten anschrauben, die ebenfalls mit Quecksilber gefüllt und luftleer gemacht werden können. Einen solchen Recipienten kann man dann mit anderen Gefäfsen in Verbindung setzen, und durch successives Oeffnen der Hähne, und wiederholtes Füllen mit Quecksilber dieselben evacuiren. *Q.*

A. W. Williamson et W. J. Russel. Sur la mesure des gaz dans l'analyse. C. R. XLVI. 786-788†.

Man mifst gewöhnlich eine Gasmenge, indem man Gasvolumen und Druck variiren läfst, und die Temperatur beobachtet. Eine andere Methode ist, dafs man aufser der Temperatur den Druck beobachtet bei constantem Volumen, oder auch, dafs man das Volumen beobachtet bei Atmosphärendruck. Die Verfasser suchen nun sich dadurch von dem variablen Einflufs der Temperatur und des Druckes unabhängig zu machen, dafs sie ein bestimmtes Gasvolumen in eine sogenannte Druckröhre (tube à pression) einschliefsen, die aus einem oben geschlossenen weiteren, und unten engeren offenen Theile besteht. Auf dieser Druckröhre befindet sich eine Marke, bis zu der das Quecksilber innerhalb stehen mufs bei normalem Druck und normaler Temperatur. Bei anderem Druck und anderer Temperatur erreicht man das Einstehen durch Heben oder Senken der Druckröhre in der Quecksilberwanne. Das zu messende Gasvolumen befindet sich in einem gewöhnlichen Bunsen'schen Eudiometer, und dieses wird so gesenkt, dafs das Quecksilberniveau innerhalb mit dem Niveau in der Druckröhre in einer Horizontalen liegt. Man hat dann nur das Volumen in dem Eudiometer zu beobachten, um die abgelesenen Volumina direct vergleichen zu können.

Das Heben und Senken des Eudiometers, so wie der Druckröhre geschieht mit einer Mikrometervorrichtung, und die Quecksilberkuppen werden wie gewöhnlich mit einem Fernrohr beobachtet. Immerhin scheint es uns aber gewagt, vorauszusetzen, dafs die Gase im Eudiometer und in der Druckröhre dieselbe

Temperatur haben, und es wird nicht unter allen Verhältnissen diese Methode eine Bestimmung des Volumens bis auf 0,04 Proc. genau zulassen, wie die Verfasser angeben, wenn man nicht so lange warten will, bis die Gase in beiden Röhren sicher dieselbe Temperatur haben. In diesem Falle möchte dann aber die gewöhnliche Bunsen'sche Methode als einfacher und genauer vorzuziehen sein. *Q.*

L. F. Ménabréa. Note sur le percement des Alpes entre Modane et Bardonèche. C. R. XLVI. 1195-1200†.

Der Verfasser ist Mitglied einer Commission, die im Auftrage der Sardinischen Regierung die Vorschläge geprüft hat, den Tunnel der Französisch-Piemontesischen Eisenbahn durch die Alpen zu legen. Man beabsichtigt bekanntlich Maschinen mit comprimirter Luft zu dieser Arbeit zu benutzen, um zugleich den nöthigen Luftwechsel für die Arbeiter hervorbringen zu können. Die Maschine, welche dazu dienen soll, die Luft zu comprimiren wird „compresseur hydraulique" genannt, und besteht aus einem umgekehrten Heber, der auf der einen Seite mit einem Wasserbehälter, auf der anderen mit einem Luftreservoir in Verbindung ist. Das Wasser fällt in dem ersten Arm des Hebers, steigt in dem zweiten, comprimirt hier die Luft und diese öffnet bei einer bestimmten Dichtigkeit ein Ventil, durch das sie in das Luftreservoir gelangt. Jetzt öffnet sich ein Ventil, durch das sich das Heberrohr entleert, und dann beginnt die Bewegung von neuem. Eine kleine Wassersäulenmaschine regulirt das Spiel der Ventile. Mit einem Gefälle von 20^{m}, kann man die Luft auf sechs Atmosphären, d. h. 62^{m} Wasserdruck compriren.

Die Commission hat mit einem „compresseur" von etwa $4\frac{1}{2}$ Pferdekraft Versuche angestellt, und einen Nutzeffect von 50 Proc. der berechneten Arbeit erhalten. Man hatte gefürchtet, dafs die Luft in Folge der Compression eine hohe Temperatur annehmen würde, doch überstieg dieselbe bei langen Versuchsreihen niemals die Temperatur der Umgebung um mehr als 30°, weil sich das comprimirende Wasser stets erneuerte.

Die Commission stellte dann Versuche über die Bewegung der Luft in Röhren an, die 60^{mm} inneren Durchmesser hatten. Die Röhrenleitung war 399^{m} lang, wovon 98^{m} aus Kautschuk und Leinewand, das übrige aus Blei bestand. 18 Diaphragmen verengerten den Querschnitt auf 53^{mm} Durchmesser. Die Röhren waren in 76 Windungen von etwa 1,10^{m} Durchmesser gelegt. Die Ausströmungsöffnung variirt von 18,31 bis 492,84^{mmq}. Die Luft im Reservoir stand unter dem constanten Druck einer Wassersäule von 51^{m} Höhe; man beobachtete mit einem Manometer den Druck zu Anfang und zu Ende der Röhrenleitung. Die folgende Tafel giebt die erhaltenen Zahlen:

Querschnitt der Oeffnung	Geschwindigkeit in der Leitung	Geschwindigkeit in der Oeffnung der Leitung	Manometer am Anfang der Leitung	Verlust des beobachteten Druckes
18,13^{mmq}	1,012^{m}	149^{m}	0,3780^{m}	0,0039^{m}
63,43	3,197	144,2	0,3775	0,0502
63,43	3,604	160,6	0,3814	0,0609
63,43	4,106	183,0	0,3740	0,0608
81,56	4,415	150,9	0,3783	0,0683
179,07	10,157	160,4	0,3689	0,3910
312,59	15,100	136,6	0,3751	0,9030
492,56	16,460	105,9	0,3692	0,5560

Der Verfasser schliefst aus diesen Versuchen, dafs auf eine Entfernung von 6500^{m} (die halbe Tunnellänge) für ein Rohr von 10^{cm} Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von 5^{m} am Anfang der Röhrenleitung, und einem Druck von 6 Atmosphären im Reservoir, der Verlust des Druckes nur $1\frac{1}{8}$ Atmosphäre sein würde, so dafs das Project die Luft in das Innere des Berges zu leiten ausführbar erscheint.

Die comprimirte Luft wirkt dann auf Bohrmaschinen von besonderer Construction, welche 667 Cubikmeter Luft bei 6 Atmosphärendruck (in 24^{h}?) erfordern. Jede Seite des Tunnels bedarf täglich 85924 Cubikmeter Luft bei Atmosphärendruck oder 14320 Cubikmeter bei 6 Atmosphärendruck zur Ventilation. Auf beiden Seiten des Gebirges finden sich Bäche genug, um mehr als 98064 Cubikmeter täglich auf 6 Atmosphärendruck zu bringen.

Beim Ausströmen der comprimirten Luft aus der Maschine beobachtete man wegen der schnellen Ausdehnung ein Gefrieren

des Wassers in der Nähe der Maschine, obwohl die Temperatur der Umgebung 18° war. *Q.*

ZEUNER. Ueber die Erzeugung eines luftverdünnten Raumes durch ausströmenden Dampf. WOLF Z. S. 1858. p. 408-410†.

Der Verfasser hat, um über den Luftzug bei Locomotiven Aufklärung zu erhalten, zuerst Versuche an einem stationären Dampfkessel angestellt. Durch die Seitenwand eines cylindrischen Blechgefäfses ging das Dampfrohr bis in die Mitte des Gefäfses, konnte hier aufwärts gebogen und mit Mündungen verschiedener Form und Gröfse versehen werden. Im Deckel des übrigens geschlossenen Gefäfses befand sich eine Oeffnung zur Aufnahme von Aufsatzröhren von verschiedener Gestalt und Gröfse, durch welche der Dampf ins Freie strömte. Ein Manometer mafs den Druck im Blechgefäfs, ein anderes auf dem Dampfrohr die Dampfspannung.

Die Luftverdünnung war im Allgemeinen um so gröfser 1) je enger das Aufsatzrohr im Verhältnifs zum Mündungsdurchmesser, wobei natürlich der letztere immer geringer sein mufs, als der des Aufsatzrohres; 2) je gröfser die Dampfspannung; 3) je länger das Aufsatzrohr ist; dies letztere aber nur bis zu einer gewissen Grenze. *Q.*

P. VOLPICELLI. Sulla lege di MARIOTTE e sopra un congegro nuovo per facilmenla dimonstrarla, nelle sperimentali publiche lezzioni. Atti de nuovi Lincei X. 393-402, XI. 55-60, 173-182.

J. J. OPPEL. Versuch über die Wirkung der durch Flammen erregten permanenten Luftströmungen auf die Richtung der ersteren. Jahresber. d. Frankf. Ver. 1856-1857. p. 43-46.

Stellt man eine Anzahl Kerzen so im Kreise auf, dafs die Entfernung zwischen je zwei nur einige Zoll beträgt, so werden sämmtliche Flammen gleichmäfsig von den Verticalen abgelenkt und ihre Spitzen wenden sich nach dem Mittelpunkt des Kreises zu. *Hg.*

---

10. Elasticität fester Körper.

Wertheim. Sulla torsione. Cimento X. 197-205. Siehe Berl. Ber. 1855. p. 107, 1857. p. 145.

---

de Saint-Venant. Etablissement élémentaire des formules de la torsion des prismes élastiques. C. R. XLVI. 34-38; Inst. 1858. p. 1-2.

Der Verfasser leitet die Grundformeln der Theorie der Torsion, welche er in verschiedenen Abhandlungen dargestellt hat, geometrisch ab, um diese Theorie dadurch dem Elementarunterricht zugänglich zu machen. Da derselbe hiebei zu neuen Resultaten nicht gelangt, so begnügen wir uns mit dieser Andeutung, indem wir auf die frühern Berichterstattungen über des Verfassers Arbeiten[1]) zurückverweisen. *Ad.*

---

de Saint-Venant. Résistance des solides. Inst. 1858. p. 178-179.

1) In seiner Abhandlung über die Torsion[1]) hat Hr. de Saint-Venant nachgewiesen, dafs die gefährlichen Stellen eines tortirten Prismas diejenigen Punkte der Oberfläche sind, welche der Axe zunächst liegen, im Gegensatze zur Theorie, welche die am weitesten entfernten dazu bezeichnete. Dieselbe Theorie ergab aber auch, dafs an allen Stellen, welche einspringende Winkel und hervorspringende Ecken zeigen, die Gleitung gleich Null ist. Es folgt daher, dafs jedesmal, wenn die der Axe am nächsten liegenden Punkte einspringende Winkel haben, dieselben nicht Maxima, sondern Minima der Gleitung haben müssen, und dafs daher in solchen Fällen die Maxima, welche die gefährlichen Stellen ergeben, nothwendigerweise zwischen den der Axe zunächst liegenden Stellen und den am weitesten entfernten liegen müssen, da die letztern unter allen Umständen Minima bleiben. Um dieses zu bestätigen, hat der Verfasser für einen bestimmten Contour, welcher eine Curve vierten Grades darstellt, die ent-

[1]) Berl. Ber. 1853. p. 122.

sprechende Rechnung gemacht. Diese Curve ist so gewählt, dafs sie für gewisse Grenzen des Parameters an den der Axe zunächst liegenden Stellen einspringende Winkel besitzt, während sie für andere Werthe desselben Parameters convex bleibt. Im ersteren Falle fallen die wirklichen Maxima nach der vorliegenden Rechnung so aus, wie der Verfasser behauptet hat, im letztern Falle behalten die der Axe zunächst liegenden Stellen den Charakter der Maxima. Die gewählte Curve, welche den Contour bildet, hat übrigens folgende auf rechtwinklige Coordinaten bezogene Gleichung:

$$c^2y^2+b^2z^2-n(b^2-c^2)(y^2-z^2)+n(y^4-6y^2z^2+z^4)=(1+n)b^2o^2,$$

und so lange der Parameter n zwischen o und $\frac{\sqrt{2}-1}{2}=0{,}207107$ liegt, erhält sie einspringende Winkel, ist hingegen n negativ, und zwar zwischen o und $-\frac{c^4}{b^2+c^2}$, so bleibt sie convex, aufserhalb dieser Grenzen ist die Curve keine geschlossene. Bei passender Bestimmung von n kann man den Curven im ersten Falle die Form geben, welche häufig als Querschnitt von Eisenbahnschienen vorkommt.

2) Der Verfasser macht die Bemerkung, dafs die Kräfte, welche tangential an den Elementen der Oberfläche eines geraden Prisma wirken müssen, damit dasselbe gleichmäfsig tordirt werde, unverändert dieselben bleiben, wenn die Torsionsaxe anstatt mit der Axe des Cylinders zusammenzufallen, mit derselben parallel läuft, vorausgesetzt, dafs die Torsion hinlänglich klein ist, um die Kräfte vernachlässigen zu können, welche die Torsionsaxe in eine Schraubenlinie zu verdrehen streben. Es läfst sich dieses ebensowohl durch Verfolgung der vollständigen Rechnung, als auch dadurch beweisen, dafs man die excentrische Torsion realisirt, indem man jenseits der excentrischen Axe, welche aufserhalb des Prismas gedacht wird, ein zweites congruentes Prisma symmetrisch anordnet, und beide durch feste Verbände an einander kettet. Verwendet man für das Ganze die Summe derjenigen Kräfte, welche nöthig sind, um jedem Prisma einzeln dieselbe Torsion um seine Axe zu geben, so läfst sich nachweisen, dafs die Tangentialkräfte, welche eine gleich-

mäfsige Torsion herbeiführen, sich auf ein Kräftepaar reduciren und daher ein Torsionsmoment liefern, welches um alle zur Ebene des Paares senkrechte Axen dasselbe ist. *Ad.*

M. Phillips. Solution de divers problèmes concernant la résistance des poutres droites, telles que les ponts de chemin de fer, les rails etc. sous l'action d'une charge en mouvement. C. R. XLVI. 30-34.

I. Der Verfasser benutzt eine früher gegebene Theorie [1]) über die Wirkung einer auf einem horizontalen Balken sich fortbewegenden Last, um den noch nicht behandelten Fall, dafs der Balken an einem Ende festgeklemmt, am andern einfach gestützt ist, durchzuführen, und findet alsdann folgende Gesetze:

1) Es ist bis auf Gröfse einer zu vernachlässigenden Ordnung gleichgültig, ob die Last vom freien oder festgeklemmten Balken aus über denselben hinweggeht, indem sowohl die am meisten in Anspruch genommenen Stellen, als auch die Verlängerungen und Verkürzungen des Balkens ungeändert bleiben.

2) Die Trägheit des Balkens kann innerhalb der für die Praxis geforderten Grenzen vernachlässigt werden, wiewohl sie theoretisch nicht ganz unbedeutend ist, wie die Berechnung für verschiedene Eisenbahnbrücken zeigt, sie schwankt nämlich für dieselbe bei der Geschwindigkeit der Schnellzüge innerhalb der Grenzen $\frac{1}{36}$ bis $\frac{1}{85}$, wird zwischen $\frac{1}{87}$ bis $\frac{1}{203}$ bei der Geschwindigkeit der Güterzüge.

3) Der Zuwachs, den der Pfeil und die Maximalverlängerungen erleiden, wenn die Last, statt zu ruhen, in Bewegung sich befindet, ist proportional der Belastung, dem Quadrate der Geschwindigkeit und der Länge des Balkens, umgekehrt proportional dem Elasticitätsmoment desselben, und für Brücken überhaupt sehr unbedeutend, für Eisenbahnschienen jedoch in Anschlag zu bringen. Ueberhaupt kann man durch Vergröfserung des Elasticitätsmomentes diesen Zuwachs sehr abschwächen, und dadurch das in der Praxis übliche Verfahren rechtfertigen, wel-

[1]) Siehe Berl. Ber. 1855. p. 117.

ches vorschreibt, den Constructionen einen grofse Steifigkeit zu geben, um die dynamischen Effecte zu schwächen.

II. Die Methode, welche der Verfasser in der oben citirten Abhandlung benutzt hat, läfst sich noch auf ähnliche Probleme gut verwenden, z. B. zur Ermittelung der oscillatorischen Bewegung eines verticalen Prismas, unter der Wirkung eines am Ende angebrachten Gewichtes, welches in Bewegung versetzt wird. Die Resultate, welche in diesem Falle gewonnen werden, stimmen mit den von Poncelet gegebenen überein, welcher bei der Behandlung desselben Problems einen andern Weg eingeschlagen hat.

III. Dieselbe Theorie will der Verfasser auch benutzt haben zu Ermittlung des Widerstandes, welchen die Streben einer Gitterbrücke leisten, wenn die Brücke eine in Bewegung befindliche Last auszuhalten hat, wobei allen verschiedenen Umständen des Problems Rechnung getragen wird, insbesondere der Trägheit der Gegenstreben. Die Lösung soll sich in sehr convergenten Reihen darstellen lassen, deren erste Glieder zur Ermittlung der Gesetze hinreichen, auch für den Fall, dafs mehrere Belastungen über die Brücke allmälig hinweggeführt werden, und die Wirkungen von Stöfsen herrühren, die durch leichte Hindernisse oder Beschädigungen der Schienen entstehen.

Die Ausführung der Theorie ist in dem vorliegenden Auszuge nicht enthalten, auch nicht einmal das durch dieselbe gewonnene Resultat. Wir haben übrigens unsere Bedenken gegen die allgemeine Theorie des Verfassers bereits an der citirten Stelle im Berl. Ber. 1857. p. 121 ausgesprochen. *Ad.*

L. F. Ménabréa. Nouveau principe des tensions dans les systèmes élastiques. C. R. XLVI. 1056-1060.

Es ist hinlänglich bekannt, dafs man die Grundgleichungen der Elasticitätslehre ebensogut wie in der rationellen Mechanik aus einem einzigen Principe herleiten kann, und dafs alle Formen, in welchen ein solches Princip gegeben wird, sich nicht wesentlich von einander unterscheiden, wenn daher der Verfasser sein Princip ein neues nennt, so kann er die Berechtigung dazu

nur insofern in Anspruch nehmen, als seine Ausdrucksweise eine kleine Nüance gegen die gewöhnliche darbietet. Dasselbe lautet nämlich wie folgt:

Wenn ein elastisches System unter dem Einfluss von äussern Kräften die Gleichgewichtslage annehmen soll, so muss die Gesammtarbeit der Ausdehnungen und Compressionen der elastischen Verbindungen, welche die einzelnen Punkte des Systems zusammenhalten, ein Minimum sein.

Um dasselbe zu beweisen, denkt sich der Verfasser n Punkte durch m elastische Bänder zusammengehalten. Alsdann wird jeder Punkt für sich unter dem Einfluss der auf ihn angebrachten Kräfte und der Spannungen, welche bei ihm endigen, im Gleichgewicht sein, die Anzahl der Bedingungsgleichungen des Gleichgewichts beträgt demnach $3n$. Wenn nun p die Anzahl der Bedingungen ist, welche unabhängig von den Spannungen stattfinden müssen, so reducirt sich die Anzahl der Bedingungen, welche die Spannungen geben, auf $3n-p$, und wenn $m > 3n-p$ ist, so reichen diese Gleichungen nicht hin, jene Spannungen zu bestimmen. Hieraus folgt, dass man auf unendlich viele Arten Gleichgewicht herstellen kann, wenn man von der Elasticität der Verbindungen absieht. Ist die Letztere aber bestimmt, so werden auch jene Spannungen bestimmte Werthe annehmen.

Da nun die Spannungen sich fortwährend verändern können, ohne dass dadurch das äussere Gleichgewicht gestört ist, so folgt, dass die Veränderungen, welche in Verkürzungen und Verlängerungen der Bänder bestehen, unabhängig von der Arbeit der äussern Kräfte vor sich gehen, und sie müssen sehr klein sein, um die gegenseitige Lage der Punkte nicht merklich zu ändern. Also, da während der kleinen Bewegung im Innern des Körpers das Gleichgewicht fortbesteht, und die Arbeit der äussern Kräfte Null ist, so muss die gesammte elementare Arbeit der entstehenden Spannungen selbst gleich Null sein.

Es sei nun T die Spannung irgend eines Bandes, δl die Variation seiner Länge, so hat man

$$\Sigma T \delta l = 0.$$

Andererseits ist

$$T = sl,$$

wo ε eine Function des Elasticitätsmoduls und der Dimensionen des Bandes ist, mithin wird die Arbeit, welche die Spannung eines Bandes leistet,

$$= \tfrac{1}{2}\varepsilon l^2,$$

und die Summe aller Arbeiten

$$= \tfrac{1}{2}\Sigma\varepsilon l^2,$$

Aber es ist auch

$$\Sigma T\delta l = \Sigma\varepsilon l\delta l = \delta(\tfrac{1}{2}\Sigma\varepsilon l^2) = 0.$$

Folglich ist die Arbeit der elastischen Spannungen ein Minimum. Man kann der vorstehenden Gleichung auch die Form

$$\Sigma T\delta l = \Sigma \frac{1}{\varepsilon} T\delta T = \delta\tfrac{1}{2}\Sigma\frac{T^2}{\varepsilon} = 0$$

geben und daher das Princip auch so aussprechen, dafs die Summe der Quadrate der Spannungen, jede dividirt durch den relativen Elasticitätscoefficienten, ein Minimum ist.

Um das Princip an einem Beispiel zu erläutern, hebt der Verfasser den Fall hervor, in welchem ein Körper an mehreren Stellen auf elastischen Stützen ruht, gegen welche er bestimmte Drucke ausübt, und giebt die Bestimmung der letztern. Sind X, Y, Z die Componenten der auf den Punkt (x, y, z) angebrachten äufsern Kräfte, und P, Q, R die Componenten der Druckkräfte, welche auf den festen Punkt (a, b, c) wirken, so hat man die Gleichungen des äufseren Gleichgewichtes:

$$(1) \quad \ldots \quad \begin{cases} \Sigma X + \Sigma P = 0, \\ \Sigma Y + \Sigma Q = 0, \\ \Sigma Z + \Sigma R = 0, \\ \Sigma(Xy - Yx) + \Sigma(Pb - Qa) = 0, \\ \Sigma(Zx - Xz) + \Sigma(Ra - Pc) = 0, \\ \Sigma(Yz - Zy) + \Sigma(Qc - Rb) = 0, \end{cases}$$

und wenn man die relativen Elasticitätscoefficienten nach den Axen verschieden nimmt, als Ausdruck des vorstehenden Principes:

$$(2) \quad \ldots \quad \Sigma\left(\frac{1}{\varepsilon_{I}} P\delta P + \frac{1}{\varepsilon_{II}} Q\delta Q + \frac{1}{\varepsilon_{III}} R\delta R\right) = 0.$$

Die Variationen der Gleichung (1) geben, da sie sich nur

auf die elastischen Veränderungen der Stützen beziehen, das System

$$(3) \quad \ldots\ldots \quad \begin{cases} \Sigma\delta P = 0, \\ \Sigma\delta Q = 0, \\ \Sigma\delta R = 0, \\ \Sigma(b\delta P - a\delta Q) = 0, \\ \Sigma(c\delta R - b\delta R) = 0, \\ \Sigma(a\delta R - c\delta P) = 0, \end{cases}$$

Diese Gleichungen werden mit unbestimmten Multiplicatoren A, B, C, D, E, F versehen und alle zu (2) addirt, alsdann erhält man

$$(4) \quad \ldots\ldots \quad \begin{cases} P = -\varepsilon'\,(A + Db - Ec) \\ Q = -\varepsilon''\,(B + Fc - Da) \\ R = -\varepsilon'''(C + Ea - Fb), \end{cases}$$

und wenn man diese Werthe in (1) substituirt, ergeben sich sechs Gleichungen zur Bestimmung der sechs Coefficienten A, B, C, D, E, F, vermöge welcher durch (4) die sämmtlichen Druckkräfte bestimmt sind.

Man kann noch, um den Resultaten die einfachste Form zu geben, Anfangspunkt und Richtung der rechtwinkligen Coordinaten so bestimmen, dafs

$$\Sigma\varepsilon a = 0,\ \Sigma\varepsilon b = 0,\ \Sigma\varepsilon c = 0,\ \Sigma\varepsilon bc = 0,\ \Sigma\varepsilon ac = 0,\ \Sigma\varepsilon ab = 0$$

sind, wofern man $\varepsilon' = \varepsilon'' = \varepsilon'''$ setzt. Der Verfasser erwähnt, dafs man auf diese Weise dieselben Resultate erhält, welche vor ihm in einer Abhandlung: „Dorna, Memoria sulle pressioni supportate dai punti di apoggio di un sistema equilibrato." 1857 gegeben worden sind, und überdies, dafs das Vorstehende nur der Auszug aus einer gröfseren Abhandlung ist, welche die speciellen Entwicklungen enthalten wird. *Ad.*

Clapeyron. Mémoire sur le travail des forces élastiques dans un corps solide élastique deformé par l'action des forces extérieurs. C. R. XLVI. 208-212.

Seitdem der Verfasser mit der Construction des Materials sich beschäftigt, welches zum Eisenbahndienst verbraucht wird, hat er sich Mühe gegeben, eine Regel zu finden, welche beim

Anfertigen der Federn als Führer dienen kann. Um möglichst die Hypothesen zu umgehen, welche die analytische Behandlung des Problemes auferlegt, hat er zu dem von ihm und Lamé aufgestellten Arbeitsausdruck für die elastischen Kräfte seine Zuflucht genommen, und unter der Voraussetzung, dafs von den drei Hauptdrücken im Innern des Körpers nur einer existirt, dessen Grenzwerth $= T$ ist, den Arbeitsausdruck auf $E\int T^2 dv$ reducirt, wo E den Elasticitätscoefficienten und v das Volumen bezeichnet. Für verschiedene Formen der Federn ergaben sich nun drei nur durch Zahlencoefficienten sich unterscheidende Ausdrücke:

$$\tfrac{1}{2}ET^2V, \qquad ET^2V, \qquad \tfrac{1}{9}ET^2V,$$

wovon der erste sich auf eine der einfachen Formen der Körper von gleichem Widerstande bezieht, der zweite auf eine vertical hängende Stange, der dritte für eine in der Mitte unterstützte und an den Enden belastete Stange.

Hieraus leitet nun der Verfasser eine Regel für die gewöhnlichen Federn ab, welche bei den Eisenbahnen gebraucht werden, indem er diesen Ausdruck = dem Produkte aus der Belastung und der Durchbiegung setzt, d. h. = der doppelten lebendigen Kraft, welche zur Biegung verbraucht wird, und giebt folgendes als das Endresultat an.

Es sei

die Länge der Feder . . . . $= 2l$
der Anzahl der Blätter . . . . $= n$
das Gewicht an jedem Ende . . . . . $= p$
der Zwischenraum zwischen den Bändern $= 2e$
die Breite der Blätter . . . . $= b$
die Dicke . . . . $= a$,

dann ist

$$\frac{p(l-e)}{n} = \tfrac{1}{6}Ta^2b, \qquad f = \frac{ET(l^2-e^2)}{a}.$$

Der Verfasser giebt noch einige praktische Regeln, welche aus den Formeln hervorgehen, und hebt schliefslich hervor, dafs er bei Untersuchung der Federn auf Torsion gefunden hat, dafs jener Arbeitsausdruck in diesem Falle $= \tfrac{1}{4}ET^2V$ wird, wo T

die äufserste Spannung bedeutet, mit welcher die Theilchen in zwei aufeinander senkrechten Richtungen gedrückt oder gezogen werden, welche mit der Kante des tordirten Cylinders 45° bilden, und mit der oben benutzten Spannung, welche in der Längenrichtung stattfindet, nicht verglichen werden darf. Die Einführung der Lamé'schen Coefficienten $\lambda \omega \mu$, aus welchen der Elasticitätscoefficient E durch die Formel

$$E = \frac{1 + \frac{\lambda}{\mu}}{3\lambda + 2\mu}$$

zusammengesetzt wird, ergab dem Verfasser aus seinen Torsionsversuchen mit Federn, dafs für Eisen sehr nahe $\lambda = \mu$ war, während für Kautschuk eine so beträchtliche Differenz sich herausstellte, nämlich $\lambda = 2201 \cdot \mu$, dafs dadurch die Nothwendigkeit der Annahme beider Coefficienten entschieden hervorgeht. *Ad.*

Phillips. Du travail des forces élastiques dans l'intintérieur d'un corps et particulièrement des ressorts. C. R. XLVI. 333-336, 440-440.

Die Veranlassung zu den folgenden Mittheilungen war die vorstehende Abhandlung von Clapeyron. Der Verfasser behauptet nämlich schon früher in einer Abhandlung über elastische Federn, in welchen er auch Regeln zu ihrer Construction gegeben hat, aus dem Principe der mechanischen Arbeit das Gesetz der Proportionalität der Arbeit mit dem Volumen des in Anspruch genommenen Materials aufgestellt zu haben. Doch hat er hiezu nicht den von Clapeyron gegebenen allgemeinen Arbeitsausdruck benutzt, dessen Anwendung eine dreifache Integration erfordert, welche sich für die von der Praxis geforderten Körper nicht ausführen läfst, sondern die alte Theorie, welche zwar nicht von solcher Strenge ist, aber doch den Anwendungen sich mehr anschliefst. Diese Theorie giebt dem Verfasser für die Arbeit eines prismatischen Körpers, bei elastischen Wirkungen, welche eine neutrale Axe hervorrufen, und eine Gleitung der Fasern über einander nicht entstehen lassen, den Ausdruck $\frac{EV_1\alpha^2}{6}$, wo V das Volumen des Prismas und α die proportionale

Verlängerung oder Verkürzung bedeutet. Dieser Ausdruck soll sich für die verschiedenartigen Federn eigenen, welche nach des Verfassers Regeln angefertigt sind. Die Entwicklungen zu dieser Theorie befinden sich in dem erwähnten, aber weiter nicht bezeichneten Werke, und es ist daselbst unter Andern auch die Reibung der aufeinander liegenden Blätter einer Feder berücksichtigt. Aus den vorliegenden Notizen lassen sich jedoch die nähern Details seiner Entwicklung nicht entnehmen, wir erwähnen daher nur noch, dafs der Verfasser, in Folge zahlreicher Versuche, welche er in den Werkstätten der Nordbahn angestellt hat, für Stahlplatten eine elastische Spannung ermittelt hat, die bedeutend über die gewöhnliche Annahme hinausgeht, so dafs man 40 bis 50 Kilogramme auf den Quadratmillimeter für solche Stahlfedern annehmen kann, die für den regelmäfsigen Dienst bestimmt sind, ein Resultat, welches sich nach den vorhandenen Resultaten für dünne Stahldrähte nicht erwarten liefs. In dieser Beziehung fügt aber der Verfasser in einem später gegebenen Supplement zu seiner Abhandlung hinzu, dafs er damit keineswegs die sehr exacten Versuchsresultate des Herrn Wertheim bestreite, welcher für Stahldrähte 47 bis 55 Kilogramm Spannung gefunden hat, bevor dieselben bleibende Veränderungen erlitten, denn des Verfassers Angaben enthalten schon die Reductionen, welche gemacht werden müssen, damit die Federn in den Gebrauch kommen können. In den Fabriken müssen die letztern Probelasten aushalten, welche der doppelten und dreifachen Angabe entsprechen. *Ad.*

M. Meissner. Mittheilung von Versuchen, welche zur Ermittelung der absoluten Festigkeit von Eisen und Stahlsorten im Monat April 1858 ausgeführt worden sind. Dingler J. J. CXLIX. 394-395; Polyt. C. Bl. 1858. p. 1195-1199.

Obwohl ein reichhaltiges Material über die Werthbestimmung der Coefficienten der absoluten Festigkeit von Eisen und Stahl vorhanden ist, so basiren sich doch die Angaben über die verschiedenen Sorten, welche in Oesterreich erzeugt werden, auf Versuche, welche vor ungefähr 20 Jahren gemacht worden sind.

Aus diesem Grunde hat der Verfasser für zweckmäfsig erachtet, diese Versuche mit demjenigen Material zu wiederholen, welches jetzt zum Brückenbau verwandt wird, und zwar nicht in einer ausgewählten Beschaffenheit, sondern wie man es bei Lieferungen in gröfsern Quantitäten zu erhalten erwarten mufs. Die Resultate dieser Versuche sind in einer umfangreichen Tabelle niedergelegt, welche wir hier nicht wiedergeben, weil sie nur feststellen, welche lokalen Sorten sich für technische Zwecke am besten eignen. *Ad.*

Fabré. Sur la résistance des corps fibreux. C. R. XLVI. 624-624.

Es ist nur die Anzeige einer Abhandlung vorhanden über die Versuche, welche mit grofser Sorgfalt ausgeführt worden sind, besonders was die Messungen betrifft, und es hat sich insbesondere dabei ergeben, dafs die neutrale Axe Verlängerungen und Verkürzungen erleidet. *Ad.*

W. Fairbairn. On the resistance of tubes to collapse. Phil. Trans. CXLVIII. 389-413; Phil. Mag. (4) XVI. 534-537; Proc. of Roy. Soc. IX. 534-537.

Um am Raum zu ersparen und das Dampferzeugungsvermögen der Kessel zu vergröfsern, wendet man häufig solche mit Rauchröhren an, berücksichtigt aber dabei zu wenig die erforderlichen Dimensionen dieser Röhren, wodurch einerseits nicht die gehörige Sicherheit erlangt und andrerseits wegen fehlerhafter Vertheilung Material verschwendet wird. Man nahm bisher als unumstöfslich an, dafs eine cylindrische Röhre, welche einem gleichförmigen äufsern Druck unterworfen wird, auf allen Punkten ihrer Länge einen gleichen Widerstand leiste; mit andern Worten, dafs die Festigkeit der Röhre von ihrer Länge abhängig sei. Dieses Gesetz mag für unendlich lange Röhren oder solche, welche an ihren Enden auf starren Ringen aufliegen, gelten, es ist aber nicht richtig, wo die Länge der Röhre nur gewisse Multipla vom Durchmesser beträgt und die Enden unveränderlich in ihrer Umgebung befestigt sind. Der Verfasser

untersuchte zunächst Rauchröhren mehrerer grofsen Kessel und fand, dafs Rauchröhren von 30 Fufs Länge weit leichter zusammengedrückt werden, als solche von 24 Fufs Länge bei gleicher Construction. Dies veranlafste ihn zu weitern Untersuchungen. Zu diesem Ende liefs der Verfasser einen grofsen gufseisernen Cylinder anfertigen von 8 Fufs Länge und 28 Zoll Durchmesser und 2 Zoll Wandstärke. In diesen Cylinder wurden die zu untersuchenden Röhren eingesetzt und in Verbindung mit den massiven Deckeln des Cylinders gebracht. In das gufseiserne Ende der zu untersuchenden Röhre wurde eine enge Röhre eingeschraubt, welche der Luft den Austritt gestattete, sobald die Röhre zusammengedrückt wurde. Der Druck wurde durch eine starke Druckpumpe hervorgebracht, indem man mittelst derselben so lange Wasser in den Cylinder pumpte, bis die Festigkeit der Röhre überwunden war. Die Gröfse des Druckes wurde durch ein Manometer gemessen.

Folgendes ist nun eine Uebersicht der bisher erlangten Resultate:

1) Bei den Dimensionen, wie sie in den Experimenten zur Anwendung kamen, steht die Festigkeit im umgekehrten Verhältnifs zur Länge der Röhre, die Länge zwischen den Tragscheiben an den Enden gemessen. Für drei Röhren ergaben sich folgende Resultate:

	Durchmesser.	Länge.	Druck pro Quadratzoll, bei welchem die Zusammendrückung erfolgte.	
1)	12,2 Zoll	58,5 Zoll	11,0 Pfund	Mittel 11,75
2)	12,0 -	60 -	12,5 -	
3)	12,0 -	30 -	22 -	

Das Mittel aus 1) und 2) genommen, würde sich die Festigkeit von 3) nach dem angegebenen Gesetz aus der Proportion

$$30 : 59{,}25 = 11{,}75 : x,$$

also $x = 23{,}2$ Pfund ergeben, während 22 Pfund beobachtet sind.

Dieselbe Uebereinstimmung gaben Versuche mit vierzölligen Röhren, eine 19 Zoll lange Röhre von dieser Stärke würde danach eine Festigkeit von 133 Pfund und eine 60 Zoll lange Röhre eine Festigkeit von 42 Pfund haben. Ungenauigkeiten in den Resultaten mufsten immer entstehen, weil es beinahe un-

möglich ist, die zu Versuchen dienenden Röhren völlig dicht herzustellen.

2) Die Festigkeit steht im umgekehrten Verhältnifs zum Durchmesser. Um dieses Gesetz zu erhalten, dienten die folgenden Versuche:

	Durchmesser.	Länge.	Festigkeit.
1)	6 Zoll	30 Zoll	48 Pfund
2)	6 -	29 -	47 -
3)	8 -	30 -	39 -

Verglichen mit der vorstehenden Versuchsreihe. Nimmt man daher die Versuche mit der sechszölligen Röhre als mafsgebend an, so entsteht folgende Tabelle:

Durchmesser.	Länge.	Zerdrückungsmodul nach dem Versuch.	Zerdrückungsmodul nach der Berechnung.
6 Zoll	30 Zoll	50 Pfund	50 Pfund
8 -	30 -	39 -	37,5 -
10 -	30 -	33 -	30,0 -
12 -	30 -	22 -	25,0 -

3) Das Gesetz in Bezug auf die Wandstärke ist weniger klar, der Verfasser konnte nur feststellen, dafs die Festigkeit nach einer Potenz der Wandstärke wächst, welche etwas gröfser als 2 ist.

Die Versuche werden fortgesetzt und später veröffentlicht werden. *Ad.*

W. Fairbairn. Experiments to determine the properties of some Mixtures of Cast Iron and Nickel. Mem. of Manch. Soc. (2) XV. 104-112; Phil. Mag. (4) XV. 486-487.

Der Verfasser hat Festigkeitsversuche mit solchen Mischungen von Gufseisen und Nickel angestellt, welche die Zusammensetzung des Meteorreisens bilden, nämlich $2\frac{1}{2}$ Procent Nickel zusammengeschmolzen mit Sonth Wels Gufseisen der besten Sorte. Es hat sich dabei herausgestellt, dafs die Mischung viel spröder war als Meteoreisen, und dafs die grofse Dehnbarkeit des letztern gar nicht erreicht werden konnte. Die Versuche, welche auch mit dem Eisen angestellt wurden, ehe es mit Nickel gemischt war, haben sogar gezeigt, dafs die Zähigkeit des Gufs-

eisens durch den beigemischten Nickel geringer wurde. Es sind mehrere Versuchsreihen mit verschiedenen Sorten der angegebenen Metalle der Abhandlung beigegeben, welche sowohl das Bruchgewicht als die Biegung numerisch bestimmen. *Ad.*

F. C. Calvert and R. Johnsohn. On the hardness of metals and alloys. Mem. of Manch. Soc. (2) XV. 113-121; Phil. Mag. (4) XVII. 114-121; Mech. Mag. LXIX. 485-487.

Bisher hat man zur Bestimmung der Härte verschiedener Körper dieselben aneinander gerieben, und jenen, welcher in den andern einen Einschnitt macht oder ihn ritzt, als den härtern der zwei verglichenen Körper betrachtet. So ergiebt sich die Reihenfolge Diamant, Topas, Quarz, Stahl, Eisen, Kupfer, Zinn, Blei. Diese Methode ist nicht nur in ihren Resultaten sehr ungenügend, sondern auch zur genauern Bestimmung der verschiedenen Härtegrade von Metallen und deren Legirungen unanwendbar. Die Verfasser wandten daher eine andere Methode an, welche die Härten verschiedener Metalle und deren Legirungen durch Zahlen darzustellen gestattet. Zu diesem Zwecke benutzten dieselben einen Apparat, welcher der Hauptsache nach aus einem Hebel besteht mit einem beweglichen Gegengewicht am längern Ende, und einer Platte am andern Ende, auf welche so lange Gewichte gelegt werden, bis eine durch den Hebel auf das zu untersuchende Metallstück eingedrückte Stahlspitze, während einer halben Stunde in eine Tiefe von 3,5 Millimeter eingedrungen ist. Durch das Gegengewicht konnte der Druck regulirt werden. Das angewandte Gewicht wurde an einer Eintheilung abgelesen. Es ergab sich hierbei zunächst die folgende Tabelle:

	Angewandtes Gewicht.		Verhältnisszahl.
Staffordshire Roheisen. Grau No. 3. . .	4800	Pfund	1000
Stahl	4600	- (?)	958(?)
Stahleisen, dargestellt aus obigem Roheisen	4500	-	948
Platin	1800	-	375
Kupfer (rein)	1445	-	301
Aluminium	1300	-	271
Silber (rein)	1000	-	208

	Angewandtes Gewicht.	Verhältnisszahl.
Zink (rein)	880 Pfund	183
Gold (rein)	800 -	167
Cadmium (rein)	520 -	108
Wismuth (rein)	250 -	52
Zinn (rein)	130 -	27
Blei (rein)	75 -	16.

Was die andern Tabellen betrifft, welche dieselben Versuche für Legirungen von Kupfer und Zink, für Messingarten, Bronzelegirungen, Zinn mit Zink, Blei mit Antimon und Blei mit Zinn enthalten, so verweisen wir auf die Abhandlung selbst, und geben nur noch die folgenden Bemerkungen der Verfasser. Die Legirungen von Kupfer und Zink, die einen Ueberschufs an Kupfer haben, sind viel härter, als die in der Legirung enthaltenen Metalle selbst, und was sehr interessant ist, der stärkere Härtegrad rührt vom Zink, dem weicheren Metall, her. Jedoch darf die Menge vom Zink 50 Procent der Legirung nicht überschreiten, weil sonst die Legirung so spröde wird, dafs sie gleich auseinander springt, wenn die Stahlspitze eindringt. Bei den Bronzelegirungen zeigte sich die auffallende Weichheit aller jener Legirungen, die einen Ueberschufs von Zinn enthalten, ferner die aufsergewöhnliche Thatsache, dafs eine etwas gröfsere Menge eines so dehnbaren Metalls wie Kupfer eine Legirung plötzlich spröde macht. Diese wurde bei allen bemerkt, bis zu einer Legirung, die einen sehr grofsen Ueberschufs an Kupfer enthält, wo dann die Sprödigkeit wieder aufhört, nämlich 84,68 Theile Kupfer, 15,32 Theile Zinn, und diese Legirung wurde auch beinahe so hart wie Eisen gefunden. Während demnach Kupfer, mit Zinn oder Zink legirt, den Härtegrad bedeutend erhöht, war es interessant, durch Versuche zu ermitteln, wie sich Zink und Zinn zu einander verhalten; es zeigte sich, dafs diese beiden Metalle keine Wirkung auf einander ausüben. Die Verfasser, welche auch Untersuchungen über die Wärmeleitungsfähigkeit der besprochenen Reihen von Legirungen angestellt haben, finden, dafs durch dieselben einiges Licht über die grofse Differenz zwischen den Bronzelegirungen und denen aus Zinn und Zink verbreitet wird, indem letztere die Wärme wie ein blofses Gemisch

leiten, während die ersteren die Wärme aus chemischen Verbindungen leiten. Bei den Legirungen aus Zinn und Blei vergröfsert das Zinn auch die Härte des Bleies, doch nicht in demselben Grade wie diejenige des Kupfers. Wir entnehmen aus den Tabellen nur noch, dafs die Verhältnifszahlen für die Härten, Roheisen = 1000 gesetzt, zwischen folgenden Grenzen liegen:

für Legirungen von Kupfer und Zink	zwischen	427	und	604
für Messingarten	-	343	-	562
für Bronzelegirungen	-	83	-	916
für Legirungen von Zinn und Zink .	-	65	-	125
für Legirungen von Blei und Zinn .	-	22	-	60.

Ad.

V. v. Lang. Zur Ermittelung der Constanten der transversalen Schwingungen elastischer Stäbe. Pogg. Ann. CIII. 624-628.

J. Stefan. Ueber die Transversalschwingungen eines elastischen Stabes. Wien. Ber. XXXII. 207-241; Inst. 1858. p. 315-315.

Die beiden vorstehenden Abhandlungen beziehen sich auf ein und dasselbe Problem, nämlich auf die Integration der Differentialgleichung

$$\frac{dy^2}{dt^2} + a^2 \frac{dy^4}{dx^4} = 0,$$

zu welcher man bei der Behandlung des in der Ueberschrift enthaltenen Problemes geführt wird. Sie enthalten aber kein physicalisches Resultat und überhaupt nur eine nicht wesentliche Abweichung von der bekannten Poisson'schen Behandlungsweise desselben Problems, insofern, als sie den Beweis der Gleichung

$$\int_0^l XX_1 dx = 0$$

durch wirkliche Substitution der Werthe für X und X' führen, während Poisson die Diffentialgleichung zu diesem Beweise benutzt und dabei viel schneller zum Ziele gelangt. Hr. Stefan hat überdies noch den Werth von

$$\int_0^l X^2 dx,$$

welchen Poisson nicht wirklich ausgewerthet hat, weil er durch die gewöhnliche Mittel der Integralrechnung gefunden werden kann, vollständig berechnet. Die Arbeit des Hrn. Stefan zeigt wenigstens eine gewisse Ausführlichkeit in der Behandlung und ein gründliches Studium der von Poisson aufgestellten Theorie.

Schließlich giebt Hr. Stefan noch das bekannte Mittel an, wie man die Amplituden des freien Endes eines am andern Ende befestigten Stabes, welche sich durch die gegebene Theorie berechnen lassen, auch messen kann, indem man das freie Ende spiegelnd macht und dann reflectirtes Licht auf eine Wand fallen läſst, welche die Amplituden vergröſsert sichtbar macht. *Ad.*

J. Petzvall. Ueber die Schwingungen gespannter Saiten. Wien. Ber. XXIX. 160-172.

In einem Auszuge aus einer noch nicht veröffentlichten Abhandlung giebt der Verfasser einige Sätze über die Schwingungen einer aus mehreren ungleichen Stücken zusammengefügten Saite. Der Verfasser will einen mathematischen Fund gemacht haben, um die bekannte Differentialgleichung in diesem Falle zu integriren. Er hat nämlich gefunden, daſs Libri die Function 0^{0^x} gebraucht, um eine Gröſse darzustellen, welche für positive Werthe von x den Werth Null, für negative den Werth Eins hat, und benutzt dies, um die Masse einer aus zwei ungleich starken Stücken bestehenden Saite, wovon die Längenseite des ersten Stückes die Masse m, die des zweiten die Masse M hat, durch die Formel

$$\mu = m + 0^{0^x}(M - m)$$

zu geben, wo μ die Masse der Längeneinheit in der Entfernung x von der Trennungsstelle beider Saitenstücke ist.

Hiergegen ist im Allgemeinen zu erinnern, daſs 0^{0^x} mindestens für positive x jeden beliebigen Werth haben kann, so lange über den Charakter der beiden Nullen nichts festgestellt wird, weil in diesem Falle

$$\log 0^{0^x} = 0^x \log x = -0.\infty$$

wird, und daſs also, wenn, wie hier geschehen, diese Gröſse

ohne Charakterisirung eingeführt wird, auch jedes beliebige Resultat aus einer solchen Rechnung abgeleitet werden kann. Andrerseits, wenn der Verfasser

$$0^{0^x} = \lim y^{y^x}$$

definirt, so scheint es uns, als wenn wenig damit gewonnen ist, denn es ist nicht anzunehmen, dafs die Integration einer Differentialgleichung von der Einführung dieser Gröfse abhängig sein soll, und man wird darin um so mehr bestärkt, wenn der Verfasser hervorhebt, dafs nunmehr das Integral durch trigonometrische Functionen dargestellt werden kann. Der Verfasser giebt den edleren mathematischen Kräften den Rath, sich lieber mit dem Ausbau seiner Theorie zu beschäftigen, als in undurchsichtigen Formen zu schwelgen. Es kommt uns nun vor, als wenn diese sogenannten Schwelger gerade diejenigen Geometer sind, welche am durchsichtigsten zeigen können, dafs eine Differentialgleichung, die sich durch trigonometrische Functionen integriren läfst, keines mathematischen Fundes mehr bedarf.

Der Verfasser hat den eigentlichen Calcül in dem Auszuge nicht mitgetheilt. Da nun eine Ausführung desselben unsererseits über die Grenzen dieses Berichtes hinausgehen würde, so können wir über seine Sätze hier ohne alle Verantwortlichkeit auch nur so referiren, wie es von ihm selbst geschehen ist. Er sagt folgendes:

Die Untersuchung einer aus zwei Stücken bestehenden Saite von unbegrenzter Länge giebt die einfallende, die dem andern Saitenstück sich mittheilende gleichsam gebrochene und die reflectirte Welle. Es kommt nun bei den erhaltenen Formen darauf an, ob die Bewegung aus dem schwächern Saitenende in das stärkere übergeht oder umgekehrt. Im ersten Falle sind die einfallende und reflectirte Welle einander der Lage nach entgegengesetzt, d. h. wenn eine von ihnen aufrecht ist, so ist die andere verkehrt; im zweiten Falle stimmen sie der Lage nach überein. Die Höhen der drei zu einander gehörigen Wellen, der einfallenden, reflectirten und gebrochenen nämlich stehen zu einander im Verhältnifs der Gröfsen

$$k + h : k - h : 2h,$$

wo

$$h = \sqrt{\frac{m}{S}}, \quad k = \sqrt{\frac{M}{S}}$$

und S die constant gesetzte Spannung der Saite ist. Zugleich sind $\frac{1}{h}$ und $\frac{1}{k}$ die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten an dem einen und an dem andern Saitenende, denen auch die Wellenlängen proportional sind. Würde man hier auf Grundlage dieser Ergebnisse der Rechnung nach demjenigen fragen, was bei der Bewegung conservirt wird, so lieſse sich mancherlei dieser Art aufzählen: Namentlich ist erstens nach der Reflexion die Summe der Wellenhöhe zu beiden Saiten des reflectirten Trennungspunktes dieselbe und dem $2h$ proportional, zweitens findet man sich veranlaſst, die reflectirte und gebrochene Welle als dasjenige anzusehen, was aus der einfallenden entstanden ist, und analog mit den Voraussetzungen in der Theorie des Lichtes zu untersuchen, ob die Summe der Producte aus den Massen in die Quadrate der Schwingungsamplituden hier dasjenige sei, was sich erhält. Man überzeugt sich sehr bald vom Gegentheil, indem diese Summe dann einen constanten Werth hat, wenn man statt der Massen selbst die Quadratwurzeln aus denselben setzt. Es muſs indessen hinzugefügt werden, daſs die Schwingungsintensitäten der einfallenden und reflectirten Welle definirt wie in der Theorie des Lichtes, als Produkte aus Masse in das Quadrat der Schwingungsamplitude durch dieselbe Formel, wie dort, zusammenhängen. Ist nämlich J die erstere, J' die zweite, so hat man

$$J' = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2 J.$$

Der zweite vom Verfasser behandelte Fall setzt voraus, daſs die Saite aus 3 Stücken besteht, aus einem von $x = -\infty$ bis $x = 0$, dessen Längeneinheit die Masse m hat, aus einem zweiten von $x = 0$ bis $x = a$ mit der Masse M der Längeneinheit und einem letzten von $x = a$ bis $x = \infty$, welches wieder die Masse m hat. Wir übergehen, was der Verfasser über das Interesse dieses Falles sagt, und heben nur seine Resultate hervor. Er sagt, daſs dieselben mit der Erfahrung vollkommen übereinstimmen, nämlich daſs die Bewegung von dem mittlern Stücke,

dessen Länge $= a$ ist, allmälig auf die beiden äufsern übertragen wird, und mit der Zeit in dem mittlern gänzlich verschwindet, und zwar, dafs dieses sehr rasch geschieht, wenn das mittlere Stück von nahezu gleicher Masse ist, und sehr langsam, wenn das Umgekehrte stattfindet. Eine einzige Welle, die ursprünglich erregte, theilt sich bei einer solchen Uebertragung der schwingenden Bewegung in drei Wellenzüge. Das mittlere Fadenstück beherbergt nämlich jederzeit nur eine einzige an demselben hin und herlaufende Welle. Ihre Höhe nimmt nach jeder Reflexion ab, und man hat dort die folgenden Wellenhöhen vor der ersten, zweiten, dritten u. s. w. Reflexion:

$$\frac{2h}{k+h}G,\quad \frac{2h(k-h)}{(k+h)^2}G,\quad \frac{2h(k-h)^2}{(k+h)^3}G,\quad \frac{2h(k-h)^3}{(k+h)^4}G,\ \ldots.$$

Während auf diese Weise das Mittelstück nur eine einzige, mit der Zeit völlig erlöschende Welle trägt, eilen in den beiden übrigen Fadenstücken vom Punkte $x=0$ gegen das Ende der negativen Abscissenaxe zu und vom Punkte $x=a$ gegen das positive, ganze Züge von Wellen mit gleicher Länge und abnehmender Höhe einander nach. Die einzelnen Höhen bilden auf der Seite der negativen x folgende Reihe:

$$-\frac{k-h}{k+h}G,\quad \frac{4hk(k-h)}{(k+h)^3}G,\quad \frac{4hk(k-h)^3}{(k+h)^5}G,\ \ldots,$$

auf der Seite der positiven x hingegen folgende andere:

$$\frac{4hk}{(k+h)^2}G,\quad \frac{4hk(k-h)^2}{(k+h)^4}G,\quad \frac{4hk(k-h)^4}{(k+h)^6}G,\ \ldots.$$

Hier bedeutet G die Höhe der einen ursprünglich erregten Welle, die sich dann mit der Zeit in die andere getheilt hat.

Nachdem ich, fährt der Verfasser fort, auf diese Weise in den Vorgang der Reflexionserscheinung völlig Einsicht gewonnen, gehe ich über zur Untersuchung der Schwingungsweisen, die ein beiderseits begrenztes von $x = -l$ bis $x = \lambda$ reichendes System dieser Art, aus zwei heterogenen Theilen zusammengesetzt, annehmen kann, und den Tönen, die es zu schwingen vermag. Sie zerfallen in zwei Sorten, nämlich erstens Schwingungen, deren ein jeder Bestandtheil des Systemes für sich fähig ist, und mithin auch das ganze annehmen kann, wobei immer der Trennungspunkt ein Schwingungsknoten ist. Sie sind die wohlbe-

kannten, einer Saite von gleicher Dicke entsprechenden und die neue Analysis bestimmt an ihnen nichts, was man nicht schon gewufst hätte aufser den Amplituden. Allein es giebt auch Schwingungsweisen andrer Art, die einem solchen heterogenen Systeme als Ganzes zukommen, entsprechend tiefern Tönen. Hier will der Verfasser durch seine Analysis zu besonders merkwürdigen, nicht leicht früher geahnten Ergebnissen gelangt sein, nämlich ein solches System kann zwar mehrere Töne schwingen, die in einem gewissen Schwingungsverhältnifs zu dem tiefern Grundton stehen, sie kommen in der Regel der Octave, Terz, Quinte u. s. w. nahe, und ein Musiker würde sagen, eine solche Saite gebe falsche Octaven, Terzen u. s. w., allein dies mit Ausnahme eines speciellen Falles, wenn nämlich die Längenprofile der beiden Saitenstücke ihrem Flächeninhalt nach mit den Quadratwurzeln der Dichten multiplicirt, entweder einander gleich oder wenigstens commensurabel sind. Dann kann eine solche Saite zu dem tiefsten Grundton auch die damit consonirende Terz, Quinte u. s. w. geben, nur die consonanteste aller Consonanzen, die Octave nämlich, und zwar die erste, zweite, dritte u. s. w. zu diesem tiefsten Grundton bleibt immer ausgeschlossen. Der Verfasser glaubt, dafs dieses Ergebnifs der Rechnung der Bestätigung mittelst eines Experimentes würdig wäre, und hat die Zuversicht, dafs ein Experimentator, der mit sehr feinen musikalischen Gehörwerkzeugen ausgerüstet ist, die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Experiment erweisen würde, weil er in seiner Rechnung nichts findet, was sich beanstanden liefse.

Wir halten es nicht für überflüssig, diese Resultate fast wörtlich wiederzugeben, aber wir können uns von der Wahrheit eines grofsen Theiles derselben nicht früher überzeugen, als bis die Rechnung dazu vorliegt. Wir wollen nur noch hinzufügen, dafs der Verfasser überhaupt die Absicht hat, in dieser Weise das allgemeinste Reflexionsproblem, und zwar vorzugsweise in der Theorie des Lichtes zu behandeln, oder wenigstens andere dazu aufzumuntern, und dafs die vorstehenden Entwicklungen nur als Vorbereitung zu den complicirteren Fällen dienen sollen, denen man in der Theorie des Lichtes begegnet. *Ad.*

---

11. Veränderungen des Aggregatzustandes.

A. Gefrieren, Erstarren, Schmelzen.

Tyndall. On some physical properties of ice. Phil. Trans. CXLVIII. 211-229; Ann. d. chim. (3) LVI. 122-125. Siehe Berl. Ber. 1857. p. 158-159.

A. Mousson. Einige Thatsachen betreffend das Schmelzen und Gefrieren des Wassers. Pogg. Ann. CV. 161-174†; Arch. d. sc. phys. III. 296-304.

Hr. Mousson hat sich mit der Ermittelung einiger, das Schmelzen und Gefrieren des Wassers betreffenden Verhältnisse beschäftigt.

Zunächst wurden Versuche über die Ueberschmelzung des Wassers angestellt, bei denen der Verfasser von der Ansicht ausging, dafs der flüssige Zustand des Wassers unter 0° ein labiler sei, dessen Aufhebung erschwert werden müsse durch alle Umstände, welche die Beweglichkeit der kleinsten Theilchen vermindern, ihre Umlagerung erschweren. So sei die geringere Beweglichkeit der Oberflächentheilchen die Ursache davon, dafs sehr kleine Wasserkügelchen auf nicht benetzten Oberflächen (Sammet etc.), oder die kleinen den Nebel bildenden Wasserbläschen noch weit unter 0° flüssig bleiben. Es war zu erwarten, dafs auch die Cohäsionskräfte, welche die Capillarerscheinungen hervorrufen, einen ähnlichen Einflufs auf das Gefrieren des Wassers ausüben würden.

Capillarröhrchen verschiedener Weite, in denen sich ein Wasserfaden befand, wurden in horizontaler Lage einer Kälte bis —7° ausgesetzt, in allen Röhren unter $0{,}7^{mm}$ Weite blieb das Wasser flüssig. Eine dünne Wasserschicht zwischen zwei zusammengeprefsten Spiegelglasplatten gefror nicht, zwischen Eisplatten eingeschlossen, gefror sie immer.

Nach der mechanischen Wärmetheorie mufs man annehmen, dafs, wenn mechanische Arbeit auf einen festen Körper übertragen wird, diese sich immer vertheilt zur Leistung äufserer

oder innerer Arbeit, oder auch die lebendige Kraft der schwingenden materiellen Theile und somit deren Temperatur erhöht. Bei den Versuchen von Faraday und Tyndall wird Eis durch Druck anfangs zermalmt, dann durch Zusammenfrieren wieder in eine compakte Eismasse anderer Form verwandelt. Hierbei ist weder äufsere, noch innere Arbeit geleistet, da die Dichte des Eises unverändert geblieben ist, auch die Temperatur hat sich nicht erhöht. Hr. Mousson vermuthete daher, dafs die aufgewendete Arbeit zur Schmelzung eines Antheils Eis verwendet sei. Dies bestätigte sich durch reichliches Abfliefsen von Schmelzwasser, als Eisstücke bei niedriger Temperatur durch Compression in Tafeln von der Dicke weniger Millimeter verwandelt wurden.

Die Folgerungen, welche man aus der mechanischen Wärmetheorie in Beziehung auf die Veränderung des Schmelzpunktes durch Druck gezogen hat, veranlafsten den Verfasser, sich die Frage vorzulegen, welchen Einflufs die Anwendung bedeutender Druckkräfte auf das dadurch an seiner Ausdehnung beim Gefrieren gehinderte Wasser und auf bereits gebildetes Eis haben würde. — Als ein Apparat angewendet wurde, dessen nähere beschriebene Construction von der Art war, dafs dadurch die Ausdehnung des Wassers bei der Eisbildung verhindert wurde, zeigte sich, dafs letzteres bis —3° flüssig geblieben war, was aus der ungehinderten Bewegung eines eingeschlossenen Kupferindex erkannt werden konnte. Bei gröfserer Temperaturerniedrigung leistete der Apparat nicht mehr genügenden Widerstand gegen die Ausdehnung.

Zur Compression des Eises wurde ein zweiter Apparat benutzt, welcher im Wesentlichen aus einem Prisma von Stahl mit ausgebohrtem, unten durch eine Schraube verschlossenem Hohlraum bestand. In diesem liefs man Wasser gefrieren, in welches ein Index aus Kupferdraht versenkt war. Es wurde sodann ein cylindrischer Stempel aus dem härtesten Stahl, auf welchen eine Schraubenmutter wirkte, die mittelst eines langen Hebels gedreht wurde, in den hohlen Raum getrieben, und so das Eis comprimirt, bei einer Stellung des Apparats, in welcher sich der eingefrorene Index oben befand. Die Compression wurde zur Ver-

minderung jeder Erwärmung sehr langsam ausgeführt, überdies das Gefäfs von einer Kältemischung bei —18° umgeben.

Als nach Beendigung der Compression die Schlufsschraube am Boden des Stahlprismas geöffnet wurde, trat zuerst der Index heraus, auf diesen folgte ein dichter Eiscylinder, der sich im Moment des Oeffnens gebildet haben mufste. Der Index konnte nur durch vorgängige Schmelzung die Stelle zunächst der unteren Oeffnung erreicht haben, es war also durch den Verlauf des Vorgangs erwiesen, dafs das Eis beim Comprimiren in flüssiges Wasser verwandelt sein mufste. Der Verfasser schliefst nun daraus, dafs Eis durch hinreichend starken Druck bei —18° zu Wasser wird. Den angewendeten Druck berechnet er aus ziemlich unsicheren Daten auf 13070 Atome, die Compression, welche stattgefunden, auf $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{8}$ des anfänglichen Eisvolums. — Die theoretische Formel, welche man angewendet hat zur Berechnung der einem gewissen Druck entsprechenden Veränderung des Schmelzpunktes, würde schon für 2640 Atome Druck eine Erniedrigung des Schmelzpunktes des Eises auf — 20° geben, Hr. Mousson zeigt aber, dafs diese Formel in einer so weiten Ausdehnung nicht gültig sein könne. *Wi.*

W. Thomson. Remarks on the interior melting of ice. Proc. of Roy. Soc. IX. 141-143†; Phil. Mag. (4) XVI. 303-304.

— — On stratification of vesicular ice by pressure. Phil. Mag. (4) XVI. 463-466; Proc. of Roy. Soc. IX. 209-213†.

Hr. Thomson macht in den beiden vorstehenden Notizen einige Bemerkungen zu Tyndall's Untersuchungen über das Eis, deren im vorigen Jahresbericht [1]) Erwähnung geschehen ist. — Der Verfasser hebt hervor, dafs die Beobachtung von Tyndall, wonach sich im Innern des geprefsten Eises wolkige Streifen in Folge der Schmelzung kleiner Eisportionen zeigen, eine unmittelbare Consequenz der Theorie seines Bruders sei, welcher nachgewiesen hat, dafs Eis unter einem Druck von mehr als 1 Atmosphäre bei 0° nicht bestehen kann. Da aber der Druck im Innern des Eises ungleich vertheilt ist, so wird man aus dieser Abhängigkeit

[1]) Berl. Ber. 1857. p. 158.

des Schmelzpunkts vom Druck auf eine Verschiedenheit der Schmelztemperatur an verschiedenen Stellen im Innern des Eises schliefsen müssen, wie dies von Tyndall in der That beobachtet worden ist.

Auch die von Tyndall wahrgenommene Blätterbildung im geprefsten Eis, ebenso die Schichtung des Bläscheneises der Gletscher kann aus einer, die Druckunterschiede im Innern berücksichtigenden Theorie erklärt werden. Wenn man nämlich erwägt, dafs der Druck vermindert wird im Zwischenraume zweier in der Richtung des Drucks hintereinander liegenden Bläschen, vermehrt dagegen zwischen zwei in einer zur Druckrichtung senkrechten Ebene nebeneinander liegenden, so sieht man, da ja Vermehrung des Drucks die Schmelzung befördert, leicht ein, dafs hierdurch eine allmälige Verflachung und Ausbreitung der Bläschen, welche sich in Schichten senkrecht zur Richtung des Drucks anordnen, hervorgerufen werden müsse. — Auch die Bildung der blauen Bänder im Gletschereis, von welchen schon Forbes angiebt, dafs sie da entstehen, wo der Druck am stärksten und der Unterschied des Drucks nach verschiedenen Richtungen am gröfsten ist, hängt hiermit zusammen. *Wi.*

Forbes. On some properties of ice near its melting point. Proc. of Edinb. Soc. 1857-1858. p. 103-106; Arch. d. sc. phys. III. 305-308; Phil. Mag. (4) XVI. 544-546†; Athen. 1858. II. 238-238.

Hr. Forbes hat, veranlafst durch Faraday's Mittheilungen, ebenfalls einige Untersuchungen über das Verhalten des Eises in der Nähe seines Schmelzpunkts angestellt. Er fand, dafs nicht nur, wie Faraday angiebt, sich innig berührende Eisstücke in einer Temperatur über 0° aneinander frieren, sondern dafs auch von Eis umgebene Metallstücke (Münzen) unter gleichen Umständen am Eise festfrieren. — Um das Aneinanderfrieren zu bewirken, war schon Contact ohne Druck ausreichend, so froren zwei Eisplatten, vertical neben einander aufgehängt, und durch den schwachen Druck zweier Uhrfedern zur Berührung gebracht, zusammen. Im Innern eines Eiscylinders war die Kugel eines Thermometers eingefroren, letztere zeigte bei allmäligem Abthauen

des Eises an der Oberfläche immer noch eine Temperatur von ungefähr 0,2° unter Null an. — Aus dieser Temperatur im Innern des Eises wird es erklärlich, dafs an der Oberfläche schmelzendes Eis, in Kontakt mit einem Körper, welcher die Wärme schlecht leitet, oder unter Umständen, welche die Fortleitung der Wärme erschweren, mit diesem zusammenfrieren kann. *Wi.*

---

v. Babo. Gefrieren des Quecksilbers in einem glühenden Tiegel. Erdmann J. LXXIII. 118-119†; Chem. C. Bl. 1858. p. 497-498.

Diese bereits im vorigen Jahrgang erwähnte Notiz (Berl. Ber. 1857. p. 158), welche Anleitung giebt zur Anstellung des bekannten Faraday'schen Experiments, Quecksilber in einer Mischung aus Aether und fester Kohlensäure in einem glühenden Tiegel zum Gefrieren zu bringen, erscheint hier an einer den Lesern, die sich für diesen Collegienversuch interessiren, leichter zugänglichen Stelle wiederholt. *Wi.*

B. Auflösung.

H. Schiff. Krystallisation übersättigter Lösungen. Liebig Ann. CVI. 111-113†; Erdmann J. LXXIV. 73-74.

Hr. Schiff hat einige Versuche angestellt, um die Ursache des plötzlichen Krystallisirens übersättigter Lösungen auszumitteln. — Bekanntlich erfolgt letzteres unter Bildung eines minder löslichen Salzes von geringerem Wassergehalt, man hat daher geglaubt, dafs es durch eine Wasserentziehung herbeigeführt werden könne. Der Verfasser sah aber keine Krystallisation eintreten in einer übersättigten Glaubersalzlösung, als durch Einführung einer mit Alkohol oder mit festem Chlorcalcium gefüllten, unten mit Blase verschlossenen Röhre eine locale Wasserentziehung eingeleitet wurde.

Loewel vermuthete, dafs bei Luftzutritt durch Zuführung von Staub oder durch Druckvermehrung die Krystallisation hervorgerufen werde. Die Versuche des Verfassers bestätigten diese Ansicht nicht. Stand das Kölbchen, in welchem die übersättigte

Lösung enthalten war, mit einer Manometervorrichtung in Verbindung, so trat bei langsamer Druckvermehrung keine Krystallisation ein, wohl aber, wenn durch rasches Nachgiefsen von Quecksilber im Manometer ein Luftstofs gegen die Flüssigkeitsoberfläche ausgeübt wurde. Hierbei kam keine von Aufsen zugeführte, mit Staubtheilchen erfüllte Luft mit der Lösung in Berührung.

War das Gefäfs, welches die übersättigte Lösung enthielt, mit Blase verschlossen, so trat beim Durchstechen der Blase keine Krystallisation ein, wenn die eindringende Luft nur die Gefäfswand traf, aber wohl, sobald der Luftstrom gegen die Oberfläche der Flüssigkeit gerichtet war. Auch dann trat Krystallisation ein, wenn die mit der Auflösung in Berührung stehende Blase durch den Druck des Fingers nach Innen bewegt wurde. Uebrigens erfolgte die Krystallisation unter allen Umständen um so leichter, je gröfser die Uebersättigung war. *Wi.*

P. Kremers. Ueber die Modification der mittleren Löslichkeit einiger Salzatome und des mittleren Volums dieser Lösungen. Pogg. Ann. CIII. 57-68†, CIV. 133-162†.

Die vorliegende Abhandlung des Hrn. Kremers bildet die Fortsetzung seiner in diesen Berichten[1]) besprochenen Arbeiten. Der Verfasser beschäftigt sich in seiner neuesten Untersuchung mit den 18 Salzatomen, welche entstehen, wenn die einzelnen Glieder der beiden conjugirten Triaden *Li, Na, K* und *Ca, Sr, Ba* sich nach und nach mit jedem Gliede der Triade *Cl, Br, J* verbinden. — Zuerst werden die Löslichkeitsverhältnisse dieser Salze betrachtet, und namentlich die entsprechenden Glieder der Reihen in dieser Beziehung mit einander verglichen. Zum Behuf dieser Vergleichung werden Curven construirt, indem die Temperaturen als Abscissen, die zur Lösung eines Salzatoms erforderlichen Wassermengen als Ordinaten aufgetragen werden. Wegen der Folgerungen, die aus der Betrachtung dieser Curven gezogen werden, müssen wir an das Original verweisen.

Es werden ferner für die Mittelglieder der Salzgruppen die Modificationen der mittleren Löslichkeit für eine regelmäfsige

[1]) Berl. Ber. 1856. p. 187.

Folge von Temperaturen zwischen 0° und 100° bestimmt, in der aus unseren früheren Berichten bekannten Weise[1]), darauf wird die Modification des mittleren Volums derselben Lösungen mit dieser Modification der mittleren Löslichkeit verglichen. Zu allgemeinen, kurz und klar zu formulirenden Resultaten ist der Verfasser in keiner Beziehung gekommen. Wir beschränken uns daher auf die Mittheilung seiner Beobachtungsresultate, welche die an einer früheren Stelle[2]) zusammengetragenen Angaben vervollständigen:

Ein Gewichtstheil der angegebenen Salze erfordert bei der Temperatur *t* die nebenstehende Wassermenge zu seiner Lösung:

Li Cl		***Ca Cl***		***Sr Cl***		***Ba J***	
80°	0,87	10,2°	1,58	0°	2,27	0°	0,59
96	0,78.	20	1,35	20	1,88	19,5	0,48
Li J		40	0,83	40	1,54	30	0,44
0°	0,66	60	0,72.	60	1,18	40	0,43
19	0,61	***Ca J***		80	1,08	60	6,41
40	0,56	0°	0,52	100	0,98.	90	0,37
59	0,50	20	0,49	***Sr J***		106	0,35.
75	0,38	40	0,44	0°	0,61		
80	0,23	43	0,35	20	0,56		
99	0,21	92	0.23.	40	0,51		
120	0,17.	***Ca Br***		70	0,40		
Li Br		0°	0,80	100	0,27.		
0°	0,70	20	0,70	***Sr Br***			
34	0,51	40	0,47	0°	1,14		
59	0,45	60	0,36	20	1,01		
82	0,41	105	0,32.	38	0,89		
103	0,37.			59	0,75		
				83	0,55		
				110	0,40.		

Eine Tabelle des specifischen Gewichts der Auflösungen von *Na J, Ba J, Sr J, Ca J* von angegebenem Concentrationsgrad findet sich in Pogg. Ann. CIII. 67.

[1]) Berl. Ber. 1856. p. 188.
[2]) Berl. Ber. 1856. p. 186.

In der zweiten Abtheilung der Untersuchungen werden die Glieder der Mitteltriade *Mg, Ln, Cd* mit in die Vergleichung aufgenommen. Durch die Verbindung derselben mit den Gliedern der Triade *Cl, Br, J* entstehen neun neue Salzatome; die homologen Glieder aller Verbindungsreihen werden nach ihrer Löslichkeit und nach dem Volum ihrer Lösungen verglichen. Zu dem Ende werden Curven entworfen, indem die Anzahl der in 100 Gewichtstheilen Wasser gelösten Salzatome als Abscissen, die entsprechenden specifischen Gewichte als Ordinaten aufgetragen werden.

Der Verfasser hebt als bemerkenswerthe Gesetzmäfsigkeit hervor, dafs die specifischen Gewichte der Lösungen jederzeit zunehmen mit dem Gewicht der gelösten Atome, indessen ist dies, abgesehen von sehr auffallenden Condensationsverschiedenheiten bei der Lösung, wohl gar nicht anders zu erwarten, weil hier nur Lösungen, die gleich viel Salzatome enthalten, mit einander verglichen werden.

Sodann wird eine ausführliche Zusammenstellung der Volume der Lösungen aller Salze dieser Reihen bei verschiedenem Gehalt an Salzatomen gegeben. Auch hier werden die Beobachtungsdata zur Construction von Curven benutzt, indem die Anzahl der gelösten Satzatome als Abscissen, die Volume als Ordinaten aufgetragen werden. Ueber den Lauf dieser Curven werden weitere Betrachtungen angestellt, auf welche wir nicht eingehen können.

Auch die Modificationen des mittleren Volums der Lösungen werden für verschiedene Concentrationsgrade der Lösungen berechnet. Die Aenderungen, welche die Modification des mittlern Volums durch Aenderungen des Concentrationsgrades erleidet, ergeben sich als äufserst mannigfaltig. — In dem experimentalen Theil des zweiten Abschnitts wird eine Zusammenstellung der beobachteten specifischen Gewichte mitgetheilt für die Auflösungen folgender Salze bei bekannter Concentration: *LiBr, LiJ, MgCl, ZnCl, CdCl, MgBr, ZnBr, CdBr, MgJ, ZnJ, CdJ,* welche man im Original (Pogg. Ann. CIV. 155) nachsehen mag.

Die Löslichkeit bei verschiedenen Temperaturen wurde ausgemittelt für *CdJ* und *CdCl*. Es erfordert die Gewichtseinheit des wasserfreien Salzes folgende Gewichtsmengen Wasser zur Lösung bei der nebenstehenden Temperatur:

	20°	40°	60°	80°	100°
CdJ	1,08	1,00	0,93	0,86	0,75
CdCl	0,71	0,72	0,72	0,70	0,67.

Wi.

P. Kremers. Ueber die Aenderungen, welche die Modification des mittleren Volums einiger Salzlösungen durch Aenderungen der Temperatur erleidet. Pogg. Ann. CV. 360-395†.

Durch diese Untersuchungen vervollständigt der Verfasser seine früher von uns besprochene Arbeit über denselben Gegenstand[1]). Er bestimmt in derselben Weise, wie dies früher geschah, die Wärmeausdehnung folgender Salzlösungen von verschiedenem Concentrationsgrade: Lösung von Chlorstrontium, Chlorcalcium, Chlorcadmium, Chlorzink, Chlormagnesium, Bromkalium, Bromnatrium, Bromlithium, Brombaryum, Bromstrontium. — Die Volume dieser Lösungen bei verschiedenen Temperaturen zwischen 0° und 100°, auf das Volum bei 19,5° als Einheit zurückgeführt, werden in eine Tabelle zusammengestellt. Die Beobachtungsdata werden auch benutzt, um das Volum der Lösungen bekannter Concentration mit dem Volum des darin enthaltenen Wassers bei verschiedenen Temperaturen zu vergleichen, es ergiebt sich, dafs die Gröfse, um welche das Volum einer constanten Wassermenge durch den Eintritt einer constanten Menge von Salzatomen vergröfsert wird, bei verschiedenen Temperaturen sehr verschieden ist. Diese Gröfse nimmt mit steigender Temperatur zu bis zu einem Maximum, über dieses hinaus tritt Abnahme ein, dies Maximum liegt bei den verschiedenen Triadengleiedern um so höher, je gröfser ihr Gewicht ist.

[1]) Berl. Ber. 1857. p. 80.

Die Berechnung und Vergleichung der Modification des mittleren Volums bei verschiedenen Temperaturen führt bei allen drei Triaden zu dem Resultat, dafs mit der Erhöhung der Temperatur eine Verminderung der Modification eintritt. Bei der Erörterung der Frage, ob die räumlichen Verhältnisse der Salzlösungen (Beziehungen der specifischen Gewichte und der Volume zum Gewicht der gelösten Salzatome, Abhängigkeit der mittleren Modification des Volums vom Concentrationsgrad), welche an einer früheren Stelle für 19,5° ermittelt wurden, in höherer Temperatur sich wesentlich verändern, können wir dem Verfasser nicht in die Einzelnheiten folgen. *Wi.*

C. Absorption.

E. Fernet. Sur l'absorption et le dégagement des gaz par les dissolutions salines et par le sang. C. R. XLVI. 620-624†, XLVII. 200-205†; J. d. pharm. (3) XXXIV. 289-291.

— — Du rôle des principaux éléments du sang dans l'absorption ou le dégagement des gaz de la respiration. C. R. XLVI. 674-677†.

Der Verfasser geht von der Ansicht aus, dafs die Aufnahme der Gase in das Blut nicht blofs durch Absorption, sondern zugleich durch Bildung schwacher chemischer Verbindungen vermittelt werde. Beide Fälle sind leicht zu unterscheiden, denn die absorbirte Gasmenge mufs nach dem Dalton'schen Gesetz dem Druck proportional sein, die chemisch gebundene wird, unabhängig vom Druck, nach festen Proportionen aufgenommen werden müssen.

Um das Verhalten der einzelnen Blutbestandtheile gegen die Gase kennen zu lernen, wurden zuerst Auflösungen der hauptsächlichsten im Blut enthaltenen Salze (Chlornatrium, phosphorsaures Natron), sodann Blutserum, endlich Blut selbst zu Absorptionsversuchen verwendet. Im Allgemeinen fand sich, dafs das aufgenommene Gas immer in zwei Theile zerfiel, einen nach dem Dalton'schen Gesetz absorbirten, und zwar war der Ab-

sorptionscoefficient kleiner, als der des reinen Wassers, und um so kleiner, je höher der Concentrationsgrad der Salzauflösung; der andere Theil des Gases war chemisch gebunden, seine Menge war um so beträchtlicher, je concentrirter die Auflösung war, aus letzterem Umstand ist es zu erklären, daſs manche Salzauflösungen mehr Gas aufnehmen, als reines Wasser, obschon ihr physikalischer Absorptionscoefficient jederzeit kleiner ist.

Kochsalzauflösungen (mit 0,2 bis 7 Proc. Salz) nehmen Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff nach dem Absorptionsgesetz auf, sie geben alles aufgenommene Gas im luftleeren Raum und beim Hindurchleiten eines fremden Gases wieder ab. — Auflösungen von phosphorsaurem und kohlensaurem Natron (0,01 bis 1 Procent Salz enthaltend) nehmen auſser dem absorbirten auch chemisch gebundenes Gas auf und zwar beträgt letzterer Antheil für Kohlensäure gerade 2 Aequivalent auf 1 Aequivalent phosphorsaures oder 1 Aequivalent auf 1 Aequivalent kohlensaures Natron. Die Menge des chemisch gebundenen Sauerstoffs ist ziemlich bedeutend im Vergleich zum absorbirten Gasantheile, ein festes Verhältniſs zu den Salzaequivalenten war nicht nachzuweisen. — Der Stickstoff war alle nach dem Absorptionsgesetz aufgenommen. — Aus den genannten Salzauflösungen wurden die Gase im leeren Raume und durch Hindurchleiten fremder Gase vollständig entfernt, wenn die Temperatur zugleich auf 40 bis 45° erhöht war; diese Temperaturerhöhung ist zuweilen nothwendig, so wird Kohlensäure bei 15° unter denselben Einwirkungen nicht vollständig ausgetrieben.

Wurde Blutserum angewendet, so zeigte sich die kohlensaure Absorption dem Salzgehalte gemäſs, wurde also durch die Anwesenheit des Eiweiſses und der anderen organischen Bestandtheile nicht verändert. — Die absorbirende Einwirkung auf den Sauerstoff war beim Serum etwas kleiner, als bei den reinen Salzlösungen, dagegen zeigte sich die chemische Aufnahme merklich erhöht, doch bleibt immer die Menge des auf erstere Weise aufgenommenen Sauerstoffs bei Weitem überwiegend.

Wurde das unveränderte Blut mit seinen Kügelchen als absorbirende Flüssigkeit angewendet, so zeigten sich die Beziehun-

gen zur Kohlensäure ebenso, wie beim Serum. Die aufgenommene Sauerstoffmenge war viel bedeutender und schien anfangs vom Druck unabhängig, so sehr überwiegt die Menge des chemisch gebundenen Gases, erst genauere Bestimmungen liefsen erkennen, dafs ein Theil des verschluckten Gases dem Absorptionsgesetze folgt. Das Volum des von den Blutkügelchen aufgenommenen Sauerstoffgases ist ungefähr 25 mal so grofs, als das von Serum absorbirte.

Sonach sind die Blutkügelchen die wahren Regulatoren der Absorption, ihr Einflufs bedingt eine nahezu gleiche Sauerstoffaufnahme unter hohem und niedrigem Luftdruck, doch sind geringe Unterschiede in Folge des nach dem Dalton'schen Gesetz aufgenommenen Antheils in solchen Fällen nachgewiesen. Bei Sauerstoffaufnahme durch die Blutkügelchen bildet sich aber nicht sofort Kohlensäure, vielmehr trübt ein durch luftfreies Blut längere Zeit hindurchgeleiteter Sauerstoffstrom das Kalkwasser nicht. Die chemische Wirkung des Sauerstoffs auf das Blut wird angezeigt durch die rothe Färbung, diese tritt auch ein bei Hinzufügung gewisser Salze, augenscheinlich weil diese einen Theil des absorbirten Sauerstoffs austreiben und zur chemischen Action disponibel machen. *Wi.*

Stefan. Bemerkungen über die Absorption der Gase. Wien. Ber. XXVII. 375-430†; Cosmos XII. 91-92.

Hr. Stefan hat die Gesetze der Gasabsorption unter eine einfache mathematische Form gebracht, indem er die Ansicht zu Grunde legt, dafs im Innern der absorbirenden Substanz durch die anziehende Wirkung ihrer Molecüle die Elasticität der Gase vermindert, die Absorption aber fortgesetzt wird bis zur Herstellung des Gleichgewichts zwischen den Spannungen des äufseren und inneren Gases. Indem er ferner die Annahme macht, dafs die im Zeitelement absorbirte Gasmenge der Differenz zwischen äufserem und innerem Gasdruck, letzterer aber der bereits absorbirten Gasmenge proportional sei, gelangt er zu der Gleichung:

$$dA = k\,(p - mA)\,dt,$$

worin A die absorbirte Gasmenge, p der äufsere Gasdruck, k und m zwei Constante.

Es wird nicht nöthig sein, näher darauf einzugehen, wie der Verfasser durch Integration dieser Gleichung, indem er die Constanten der Integration aus den Bedingungen der Aufgabe bestimmt, die Gesetze der Absorption für die verschiedenen Fälle ableitet, welche hier vorkommen können, da er zu neuen Resultaten im Wesentlichen nicht gelangt. Wir begnügen uns hier mit der Anführung der betrachteten Fälle, damit der Leser eine Uebersicht des Abgehandelten erhalte. — Temperatureinflüsse und Temperaturveränderungen, welche die Absorption begleiten, bleiben immer unberücksichtigt.

Zuerst wird der Fall der Absorption bei unveränderlichem äufseren Gasdruck behandelt. Es ergiebt sich die nach Ablauf der Zeit t absorbirte Gasmenge:

$$A = \frac{p}{m}(1 - e^{-kmt}),$$

also nach beendigter Absorption für $t = \infty$

$$A = \frac{p}{m}.$$

Es wird gezeigt, dafs $m = \frac{760}{\alpha h}$ gesetzt werden mufs, worin α der Absorptionscoefficient, h das Volum des Absorbenten. Geht dagegen der Druck des äufseren Gases, welches einen geschlossenen Raum vom Volum V erfüllt, im Verlauf der Absorption von P über in P_1, so ist nach der Zeit t die absorbirte Gasmenge

$$A = \frac{P}{m+n}(1 - e^{-k(m+n)t}),$$

worin

$$n = \frac{760}{V},$$

während $P_1 = P - nA.$

Für $t = \infty$ wird

$$A = \frac{P}{m+n}, \quad P_1 = \frac{mP}{m+n}.$$

Es wird ferner der Fall betrachtet, wo eine Substanz, die

bereits ein bestimmtes Quantum einer Gasart absorbirt hat, in einen mit demselben Gase erfüllten Raum gelangt und zwar wird auch hier wieder unterschieden, ob dabei der äufsere Gasdruck constant erhalten, oder bei endlicher Gröfse des geschlossenen Raumes im Verlauf der Absorption durch dieselbe verändert wird. Es leuchtet ein, dafs je nach den Bedingungen des Versuchs entweder erneute Aufnahme oder Abgabe des Gases stattfinden kann. — In letzterem Falle kann auch eine Vorkehrung getroffen sein, den Gasgehalt der absorbirenden Flüssigkeit constant zu erhalten, es entsteht dann die Aufgabe, den Werth des allein veränderlichen Gasdrucks im umgebenden Raume nach Ablauf einer bestimmten Zeit zu ermitteln.

Der Verfasser wendet die hierauf bezüglichen Formeln auf den Athmungsprocefs an, namentlich auf die Beobachtungen von Becher, welcher den Kohlensäuregehalt ausgeathmeter Luft bestimmte, die in Folge einer willkürlichen Verlängerung des Inspirationsactus längere Zeit (20, 40, 60, 80, 100 Secunden) in der Lunge zurückgehalten war. Die Uebereinstimmung mit den beobachteten Resultaten sprach für die Richtigkeit der bei Ableitung der Formeln zu Grunde gelegten Ansichten.

Der Verfasser zeigt ferner, dafs, nach welchem Gesetz sich auch der äufsere Druck im Verlauf der Absorption mit der Zeit ändern möge, seine mathematischen Entwicklungen immer zu dem Resultat führen: dafs die von einem bestimmten Absorbenten aufgenommene Menge eines und desselben Gases caet. par. immer proportional ist dem Druck, welchen das äufsere Gas am Ende der Absorption auf den Absorbenten ausübt, also in dieser Form das Henry'sche Gesetz bestätigen. Unter Zugrundelegung dieses Gesetzes kann dann durch einen Absorptionsversuch, sowohl der Absorptionscoefficient eines Gases (und zwar ohne dafs es nöthig wäre, den ursprünglichen Druck am Schlusse des Versuches wiederherzustellen), als auch die von einer gegebenen absorbirenden Substanz bereits aufgenommene Gasmenge bestimmt werden.

Hr. Stefan geht sodann über zur Herleitung derjenigen Gesetze, welche die Absorption von Gasgemischen regeln, indem

er den Gesammtdruck der umgebenden Gashülle als Summe der Partialdrucke der Bestandtheile und jedes Gas als unter seinem eigenen Druck stehend betrachtet. Es wird sowohl der einfache Fall behandelt, wo die Absorption in einer unveränderlichen Atmosphäre erfolgt, als auch der verwickeltere, wo Druck und Zusammensetzung des äufseren Gasgemenges sich im Verlauf der Absorption verändern. Wir folgen auch hier dem Verfasser nicht bei Aufstellung der einzelnen Formeln, die zum Theils bereits in ähnlicher Weise von Bunsen in seiner bekannten Arbeit gegeben worden sind. Es wird näher gezeigt, wie man mit Hülfe der abgeleiteten Gesetze Menge und Zusammensetzung absorbirter Gasgemenge von bekanntem Absorptionscoefficienten durch Absorptionsversuche bestimmen kann. Die Anzahl der Versuche mufs gleich sein der Anzahl der absorbirten Gase. Kennt man die Natur der absorbirten Gase nicht, befindet sich dagegen im Besitz der Absorptionscoefficienten für alle bekannten Gase, so kann man durch eine doppelt so grofse Anzahl von Beobachtungen nicht nur die Mengenverhältnisse, sondern auch die Absorptionscoefficienten der aufgenommenen Gase ermitteln und auf diese Weise zur Kenntnifs ihrer specifischen Beschaffenheit ohne chemische Analyse gelangen.

Der Verfasser stellt schliefslich noch Betrachtungen an über den Zustand der Verdichtung, in welchem sich die absorbirten Gase befinden. Es waltet hier offenbar eine Unsicherheit ob, indem man die Gröfse des Raumes im Innern des Körpers (der Poren und Molecülarintervalle), auf welchen das absorbirte Gasvolum reducirt ist, nicht kennt, man kann daher nur durch Einführung eines unbekannten Coefficienten zu Formeln gelangen, welche wenigstens den Vortheil einer übersichtlichen Darstellung des Sachverhaltes gewähren. — Wird durch die Verdichtung im Innern des Absorbenten die Gränze überschritten, bei welcher die Verflüssigung des Gases eintritt, so mufs der Verlauf des Absorptionsvorganges alterirt werden, indem nun das condensirte Gas dem äufseren Druck durch Gegendruck nicht mehr das Gleichgewicht hält. Behält dann die absorbirende Substanz, ungeachtet der Aufnahme durch Condensation entstandener Flüssig-

keit, ihr Absorptionsvermögen, so mufs sich die Absorption ohne Aufhören fortsetzen, sie wird erst dann ein Ende finden, wenn bei Anwendung eines festen Absorbens der Zusammenhang seiner kleinsten Theile aufgehoben ist, also Auflösung eintritt, dann kann aber die Lösung noch fortfahren, Gas zu absorbiren.

Im Allgemeinen wird man annehmen müssen, dafs durch Aufnahme condensirter Flüssigkeit, welche auch eine Veränderung der Poren und der Anordnung der Molecüle zur Folge haben mufs, das Absorptionsvermögen vermindert wird, wenigstens fand Saussure den Absorptionscoefficienten durchnäfster Kohle für Kohlensäure im Verhältnifs 17:33 kleiner, als den der trockenen Kohle. — Es leuchtet ein dafs in Fällen, wo die Absorption bis zur eintretenden Verflüssigung durch Verdichtung geht, der Vorgang sich nicht mehr nach dem gewöhnlichen Absorptionsgesetz, welches nur in Geltung ist, so lange noch keine Condensation stattgefunden hat, vollziehen, vielmehr einen verschiedentlichen Verlauf nehmen kann, daher erhielten auch Davy und Thomson sehr von einander abweichende Resultate bei Bestimmung des Absorptionscoefficienten des Wassers für Ammoniak und Chlorwasserstoffgas.

Wollte man auch in solchen Fällen das Absorptionsgesetz bestätigt finden, so müfsten die Bedingungen des Versuchs nach Anleitung der vom Verfasser gegebenen Formeln so gewählt werden, dafs die Verdichtung des Gases nicht bis zur Condensation fortschreiten kann. *Wi.*

D. Sieden, Verdampfen, Verdunsten.

A. Vogel. Ueber die Entmischung des Weingeistes in Folge spontaner Verdunstung. Wien. Ber. XXX. 261-270†.

Hr. Vogel hat Versuche angestellt über die fortschreitende Entmischung des wasserhaltigen Weingeistes bei spontaner Verdunstung. Zu dem Ende wurde eine gewogene Menge desselben, von bekanntem specifischen Gewicht in einem offnen Gefäfs der Verdampfung überlassen, nach einiger Zeit wurde abermals sowohl das Gesammtgewicht, als auch das specifische Gewicht

der Flüssigkeit bestimmt und dies Verfahren mehrmals wiederholt. Man erhielt dadurch die Data zur Fesstellung des Procentgehaltes des Weingeistes, welcher durch Verdampfung entfernt war; dieser war immer höher, als der Procentgehalt des der Verdampfung ausgesetzten und zwar wurde die Differenz um so gröfser, je verdünnter der Weingeist war. Dafs Alkohol und Wasser nicht in einem constanten Verhältnifs verdampfen können, folgt schon daraus, dafs bei abnehmendem Alkoholgehalt die Menge der in der Oberfläche enthaltenen Wassertheilchen immer mehr vorherrschend wird. Aber auch wenn man die von gleichen Flächenstücken der beiden in der Mischung enthaltenen Flüssigkeiten verdampfenden Mengen vergleicht, ergiebt sich eine Veränderlichkeit des Verhältnisses, der Verfasser berechnet nämlich aus seinen Beobachtungen, dafs aus 83,9procentigem Weingeist von jeder Flächeneinheit des Alkohols und des Wassers verdampfen gegen 1 Theil Wasser 1,826 Theil Alkohol, aus 56,9procentigem Weingeist gegen 1 Theil Wasser 2,82 Theile Alkohol, aus 3procentigem Weingeist gegen 1 Theil Wasser 7,58 Theile Alkohol. *Wi.*

M. P. Renoux. Note sur un nouveau mode d'observation de la tension de la vapeur d'eau dans l'air. C. R. XLVII. 354-356†.

Hr. Renoux giebt ein Verfahren an, die Spannung des Wasserdampfs in der Atmosphäre zu ermitteln. Zu dem Ende wird ein abgeschlossenes Luftvolum mit Wasserdampf gesättigt, indem man mittelst einer Hahnvorrichtung eine genügende Quantität dieser Flüssigkeit hineintreten läfst und die Verdampfung durch Schütteln befördert. War t die Temperatur vor, $t+\vartheta$ nach dem Eintreten des verdampfenden Wassers, bezeichnet ferner P die Spannung der trockenen Luft, H die der Luft von unbekanntem Feuchtigkeitsgehalt, H' die der mit Feuchtigkeit gesättigten und endlich q die aus Regnault's Versuchen bekannte Spannung des Wasserdampfs im Maximum der Dichte bei der Temperatur $t+\vartheta$, so findet man aus den beiden Gleichungen:

$$H = P + x$$
$$H' = P(1 + \alpha\vartheta) + q.$$

Die unbekannte Dampfspannung

$$x = \frac{q - (H' - H) + H\alpha\vartheta}{1 + \alpha\vartheta}.$$

Die Differenz $H' - H$ wird mittelst eines Wassermanometers gemessen, welches durch einen Hahn mit dem Apparat in Verbindung gesetzt wird. *Wi.*

Zweiter Abschnitt.

A k u s t i k.

12. Physikalische Akustik.

HAJECH. Sur la réfraction du son. Ann. d. chim. LIV. 438-440. Siehe Berl. Ber. 1856. p. 217.

J. LE CONTE. On the influence of musical sounds on the flame of a jet of coal-gas. SILLIMAN J. (2) XXV. 62-67; Phil. Mag. (4) XV. 235-239; Inst. 1858. p. 115-116; Arch. d. sc. phys. (2) I. 270-273.

Der Verfasser befand sich in einer Privatgesellschaft, in welcher nach dem Thee einige Trios von BEETHOVEN für Piano, Violine und Violoncello aufgeführt wurden. An der steinernen Wand brannten in der Nähe des Pianos drei Fischschwanzflammen von Leuchtgas, zwei, bei ruhiger Luft des Zimmers, mit stetigem Licht, das dritte unter einem Gasdruck, welcher nahe hinreichend war, dasselbe flattern zu machen. Bald nach Anfang der Musik bemerkte der Verfasser, dafs die dritte Flamme nach oben pulsirte, genau entsprechend den hörbaren Stöfsen der Musik. Die Erscheinung war sehr schlagend für jeden in der Gesellschaft, besonders wenn die starken Noten des Violoncellos eintraten, und es war aufserordentlich interessant, zu beobachten, wie vollkommen gerade die Triller dieses Instruments von der Flamme wiedergegeben wurden. Ein Tauber hätte die Musik sehen können. Als später durch Verminderung des Gasverbrauchs in der Stadt der Gasdruck zunahm, wurde die Erscheinung noch augenfälliger, das Tanzen der Flamme nahm immer mehr zu, wurde etwas irregulär, und endlich begann die Flamme

continuirlich zu flattern, wobei sie den Ton annahm, welcher anzeigt, dafs eine gröfsere Menge Gas ausfliefst, als die Flamme consumiren kann. Der Verfasser vergewisserte sich darauf durch Versuche, dafs das Pulsiren nur dann erfolgte, wenn der Druck des Gases sich dem näherte, bei welchem die Flamme flattert. Erschütterungen des Bodens oder Schläge gegen die Wand hatten keinen Einflufs auf die Flamme.

Der Verfasser meint, dafs die Erscheinung auf dieselbe Weise zu erklären sei, wie der von Savart und Plateau beobachtete Einflufs von Luftschwingungen auf einen Flüssigkeitsstrahl, indem ja auch die Abweichungen vom Mariotte'schen und Gay-Lussac'schen Gesetz eine Cohäsion der Gase nachwiesen, und somit für diese eben so, wie von Plateau für tropfbare Flüssigkeiten, eine „force figurative" angenommen werden müsse. Das Singen der Flamme in Röhren wird für analog mit dem von Savart beobachteten Tönen beim Ausfliefsen von Flüssigkeiten aus kurzen Ansatzröhren angesehen. *Rb.*

W. B. Rogers. Experiments on some sonorous flames. Phil. Mag. (4) XV. 261-263; Arch. d. sc. phys. (2) II. 57-58.

— — On sonorous flames. Phil. Mag. (4) XV. 404-405.

— — Some experiments on sonorous flames, with remarks on the primary source of their vibration. Silliman J. (2) XXVI. 1-15; Arch. d. sc. phys. (2) IV. 75-80; Edinb. J. (2) VIII. 300-312.

Die beiden ersteren kürzeren Notizen sind in der ausführlichen dritten Abhandlung mit aufgenommen, welche aus folgenden Abtheilungen besteht.

1) Musikalischer Ton von Flammen mit Docht oder Drahtgase.

Ein Docht von Baumwollenfäden oder Asbest in einer Gasröhre von 0,1" Durchmesser verhindert das Singen der Leuchtgasflamme nicht sehr, selbst wenn er weit in die Flamme hineinragt und nur nicht zerrissen nach den Seiten ausgebreitet ist. Die Schwierigkeit, einen continuirlichen musikalichen Ton von

gewöhnlichen Dechtflammen zu erhalten, scheint auf der Natur des Brennmaterials zu beruhen, indem die Flamme, zu wenig Wärme entwickelnd, bei dem zur explosiven Mischung erforderlichen grofsen Zuflufs von Luft erlischt, ehe sich der Ton bilden kann.

Eine kleine Alkohollampe mit einer Dochtröhre von etwa 5″ Länge und ¼″ Durchmesser gab in einer Resonanzröhre von 5′ oder 6′ Länge einen sehr reinen musikalischen Ton. Der Erfolg ist aber von einem so besonderen Zustand der Flamme und einer so bestimmten Stellung derselben in der umgebenden Röhre abhängig, dafs die Erlangung desselben schwierig und unsicher ist. Schwefeläther läfst mit demselben Apparat den Versuch zwar öfter, jedoch nicht sicher gelingen.

Leichter erhält man den Ton mit folgendem Apparat. In eine etwa 8″ lange und ½″ weite, an ihrem oberen Ende etwas stumpf zu einer kleinen Oeffnung ausgezogene Glasröhre werden lose Baumwollen- oder Asbestfäden bis oder nahe bis zur Spitze eingeführt, worauf man die Röhre zur Hälfte mit Aether füllt und an ihrem weiteren unteren Ende mit einem Kork verschliefst. Befestigt man die Röhre aufrecht etwa auf einem hölzernen Block und umgiebt die oben angezündete Flamme mit einer passenden Röhre, so lassen sich leicht die meisten Experimente mit singenden Flammen ausführen. Der Apparat kann mehrere Tage von Zeit zu Zeit, ohne ihn wieder zu füllen, gebraucht werden.

Hohle Dochte eignen sich, da sie einen gröfseren Zuflufs von Luft gestatten, zu den Versuchen besser als solide. Hohle Dochte, umgeben von nur wenig weiteren Röhren, geben einen musikalischen Ton mit Schwefeläther, gewöhnlichem Alkohol und der zum Brennen in Lampen benutzten Mischung von Spiritus und Terpentinöl. Auch Wallrathöl gab mit einem hohlen Docht bei Anwendung einer stark erhitzten eisernen Resonanzröhre, obgleich weniger vollkommen, einen musikalischen Ton.

Einen geeigneten Apparat dieser Art liefert die in den Vereinigten Staaten gebräuchliche Lampe für die Mischung von Alkohol und Terpentinöl. Die Dochtröhre von nahe 0,5″ Durchmesser erhebt sich etwa 2½″ über das Reservoir, und ist von

einer vertical beweglichen Adjustirungsröhre von ungefähr 0,9″ Durchmesser umgeben. Bei einer Resonanzröhre von 2′ Länge mufs die Flamme kurz sein, und ihre Basis sich ungefähr am unteren Ende der Röhre befinden. Eine Röhre von 5′ oder 6′ Länge erfordert eine höhere Flamme und eine Senkung des unteren Randes bis zu 1″ oder mehr unter die Basis der Flamme. Röhren von 6′ bis 80′ Länge und 12″ bis 15″ Weite geben mit dieser Vorrichtung und einer Alkoholflamme eben so sicher und leicht einen klaren musikalischen Ton, wie mit einem Argand-Gasbrenner.

W. F. Schaw, Gasfabrikant zu Boston, fand, dafs die Drahtgasbrenner, deren er sich zu seinen Oefen bedient, wenn man sie umkehrt, so dafs der durchbrochene Theil des Cylinders die Flamme umgibt, und sich unter, der continuirliche Theil des Cylinders über dem Drahtgasdiaphragma befindet, bei richtiger Adjustirung der Flamme einen sehr lauten musikalischen Ton geben, der durch Aufsetzen von anderen Röhren in Stärke und Tiefe variirt. Ist der Zuflufs des Gases zu stark, so hört der Ton auf, ein Beweis, dafs der Grund seiner Entstehung kein mechanischer ist.

2) Der tönende Zustand kann durch eine schnelle Bewegung der Flamme herbeigeführt werden.

Eine Flamme von Leuchtgas, welche sich in einer solchen Stellung in einer Röhre befindet, dafs selbst ein äufserer Ton sie nicht zum Singen bringt, kann in diesen Zustand versetzt werden, wenn man sie schnell hin und her bewegt. Der Erfolg ist zwar prompter, wenn das obere Ende der Gasröhre gegen die Wände der umgebenden Röhre schlägt, wodurch ein scharfer schnarrender Ton entsteht, unter dessen verschiedenen Elementen sich auch ein Ton von der Höhe des Tons der Resonanzröhre befinden mag, allein das Singen erfolgt auch, wenn man, um das Umschlagen zu verhindern, den oberen Theil der Gasröhre mit Tuch umwickelt. Nach dem Verfasser entsteht durch die schnelle Bewegung ein explosives Gemisch des Gases mit der Luft, dessen auf einander folgende kleine Explosionen den Ton bilden.

Eine Bestätigung dieser Erklärung wird in folgendem Versuch gefunden. Läſst man eine etwa 12″ lange mit einem biegsamen Leitungsrohr verbundene Gasröhre um ihr unteres Ende schwingen, so erscheint die am anderen Ende angezündete Flamme bei mäſsiger Bewegung als ein weiſslicher völlig geräuschloser Lichtbogen. Bei zunehmender Schnelligkeit der Schwingungen wird dieser weiſsliche Lichtbogen bei einer gewissen Geschwindigkeit plötzlich in der Mitte von einem schwachen bläulichen Licht unterbrochen, und gleichzeitig hört man ein scharfes Geräusch. Wird die Geschwindigkeit weiter vermehrt, so dehnt sich der tönende Theil nach den Enden hin aus, und der Lichtbogen verwandelt sich in ein dünnes, oben unregelmäſsig gezacktes Band bläulichen Lichtes, welches an den Enden von hohen Flammen gewöhnlichen weiſslichen Lichtes begränzt ist. Läſst man das Ende der Gasröhre sich rasch im Kreise herum bewegen, so erhält man einen bläulichen Ring mit continuirlichem, aber nicht bestimmtem musikalischen Ton. Auch Faraday hat den Ton, welcher wahrgenommen wird, wenn man auf eine Flamme bläst, namentlich wenn man mit einem Löthrohr einen Luftstrom hindurchtreibt, einer sich bildenden explosiven Mischung zugeschrieben. Hierher gehört auch der Contrast zwischen dem Geräusch einer lodernden Flamme von Holz oder harziger Kohle und der Ruhe der flammenlosen Verbrennung von Anthracit.

3) Der tönende Zustand kann durch Extrazufuhr von Luft, welche durch die Resonanzröhre getrieben wird, herbeigeführt werden.

Um den zuzuführenden Luftstrom gleichmäſsig zu vertheilen, kann man sich eines Argand-Gasbrenners bedienen, welcher mit einem Zuleitungsrohr für die vermittelst der Lungen oder eines Gasometers durchzutreibende Luft verbunden ist, durch seine freie Mitte die Gasröhre hindurch läſst, und in einer passenden Entfernung unter der Resonanzröhre, in der Regel 2″ bis 3″ vom unteren Ende angebracht wird. Bei passender Stellung des Gasbrenners bringt ein durchgetriebener Lichtstrom von angemessener Stärke eine Flamme zum Tönen, welche für die

oben angegebenen Mittel unempfindlich ist. Hat die Flamme nahe die Stellung in der Resonanzröhre, bei welcher sie von selbst singen würde, so reicht der schwächste Hauch hin, einen klaren weichen Ton zu erhalten. Ist die Flamme stark, und sind die anderen Umstände ungünstig, so ist ein stärkerer Luftstrom und eine gröfsere Annäherung des Brenners an die Resonanzröhre oder selbst ein Einführen in dieselbe nothwendig. In den meisten Fällen reicht es hin, die Luft durch eine Glasröhre, welche unter oder in der unteren Oeffnung der Resonanzröhre mündet, zuzuführen.

Der Ton hört auf, wenn man ohne sonstige Aenderung die Flamme auslöscht, kann also nicht einer mechanischen Wirkung des zugeführten Luftstroms zugeschrieben werden.

Bläst man vermittelst einer Röhre mit den Lungen oder einem Gasometer durch eine ringförmige Gasflamme einen axialen Luftstrom, so kann man eine zwei bis drei Zoll hohe Flamme auf einen kurzen blauen tönenden Strahl reduciren, welche mit einer umschliefsenden Röhre von 5′ Länge und 2¼″ Breite je nach der gröfseren oder geringeren Stärke des Stroms einen Ton von betäubender Stärke oder von grofser Weichheit und Reinheit giebt.

4) Die Unterbrechungen der singenden Flamme werden durch eine schnelle vibrirende oder kreisförmige Bewegung derselben sichtbar gemacht.

Die Vibrationen wurden bewirkt durch Bewegen einer 10″ langen Gasröhre, welche in verticaler Richtung mit der Zuleileitung durch eine kurze Röhre von hartem vulkanisirtem Kautschuk verbunden und zur Begränzung der Elongationen von einem Ring umgeben war.

Um eine kreisförmige Bewegung zu erhalten, wurde eine oben zweimal rechtwinklig gebogene Röhre von 6″ bis 8″ Höhe gasdicht und drehbar mit der Gasleitung verbunden, an ihrem unteren Ende mit einer kleinen Rolle versehen, und über diese und eine gröfsere drehbare Rolle eine Schnur geleitet. Bei hinreichend schneller Drehung löst sich der weifsliche Gasring in eine der Tonhöhe entsprechende Anzahl von schmalen Lichtsäu-

len auf, welche durch fast oder vollständig lichtlose Bänder von einander getrennt sind. Eine schnellere Bewegung schwächt den Ton, und bei sehr groſser Geschwindigkeit hört derselbe ganz auf, während zugleich die Flamme ihr normales continuirliches Ansehen wieder annimmt, eine Erscheinung, die noch zu erklären ist.

5) Die Unterbrechungen einer Flamme werden durch einen von ihr beleuchteten Gegenstand, der sich bewegt, sichtbar gemacht.

Der vorige Versuch bot zufällig ein Beispiel dieser Art dar. Der obere horizontale Theil der zweimal gebogenen Gasröhre erschien wegen der abwechselden Helligkeit der tönenden Flamme als eine Reihe von Speichen. Schwärzt man diesen Theil, und bringt an dem äuſseren Ende desselben ein spiegelndes Stück Glas oder Metall an, so sieht man bei passender Umdrehungsgeschwindigkeit einen Kreis ruhiger Sterne.

Läſst man die Flamme unbewegt, und bringt in deren Nähe eine verticale um eine horizontale Axe drehbare geschwärzte Scheibe an, auf welche radial ein schmaler Streifen weiſsen Papiers oder am Rande ein kleines Stückchen Papier geklebt ist, so sind diese bei rascher Drehung der Scheibe, wenn die Flamme nicht tönt, völlig unsichtbar. Tönt aber die Flamme, so sieht man die Scheibe bedeckt mit gleichweit abstehenden radialen weiſsen Streifen oder weiſsen Flecken am Rande, welche, wenn die Zeit einer Umdrehung gleich der Dauer einer Anzahl von Tonschwingungen oder ein Multiplum oder Submultiplum derselben ist, still stehen, und in einem anderen Falle sich vor oder rückwärts bewegen.

6) Ueber die ursprüngliche Ursache der Vibrationen singender Flammen.

Der Verfasser findet in den vorstehenden Versuchen in Verbindung mit denen der anderen Physiker einen concludenten Beweis, daſs die periodische explosive Verbrennung des Gases die unmittelbare Ursache der Vibrationen ist. „Aber es bleibt noch die wichtige Frage: Woher entsteht diese Periodicität, warum,

anstatt gleichförmig continuirlich, ist die Verbrennung der singenden Flamme intermittirend in ihrem Charakter?

Die Theorie des Verfassers ist nun kürzlich in folgender Charakterisirung der Phasen des Phänomens ausgesprochen.

1) „Jeder aus einer Oeffnung fliefsende Gasstrom und daher der der Flamme ist immer der Sitz einer vibratorischen Bewegung, die aber unter gewöhnlichen Umständen zu schwach ist, einen hörbaren oder sichtbaren Effect hervorzubringen".

2) „Wenn der Strom in Bedingungen versetzt ist, welche eine explosive Verbrennung begünstigen, so machen die von der vibratorischen Bewegung hervorgerufenen Verringerungen und Verstärkungen des Stroms die Explosionen mehr oder weniger discontinuirlich, und vermehren so beträchtlich die Energie der Vibrationen."

3) „Kommen diese Vibrationen der explosiven Flamme in einer Resonanzröhre von passenden Dimensionen vor, so werden sie angehäuft und wieder verstärkt, bis durch die gegenseitige Einwirkung des vibrirenden Stroms und der Luftsäule ein Einklang hervorgebracht ist, welcher mehr oder weniger dem Grundton oder einem der harmonischen Töne der Röhre entspricht."

Rb.

W. B. Rogers. On the origin of the sonorous vibrations produced under certain conditions by flames from wicks or wire-gauze. Silliman J. (2) XXVI. 240-241.

Der Verfasser bemerkt, dafs seine vorstehend mitgetheilte Theorie der singenden Flamme nicht pafst, wenn die Flamme von einem Draht oder einem Diaphragma von Drahtgase ausgeht, und giebt nun für diese Fälle, an der Nothwendigkeit eines explosiven Zustandes der Flamme festhaltend, folgende Erklärung:

Die Hitze der Flamme bewirkt einen durch die Röhre aufsteigenden Luftstrom, welcher eine schwache musikalische Vibratrion der Luftsäule erzeugt, wie sie durch einfaches Blasen gegen oder in den Mund der Röhre entsteht. Diese Vibration, an und für sich zu schwach, einen entschiedenen Ton hervorzubringen,

bewirkt eine periodische Vermehrung und Verminderung der Intensität der Verbrennung, indem sie abwechselnd den Zuflufs der Luft beschleunigt und verzögert. Wenn der explosive Zustand der Luft erreicht ist, macht diese Einwirkung, indem sie fortdauert, die Explosionen in schneller und gleichförmiger Folge abwechselnd lauter und schwächer, und da die so hervorgebrachten Pulsationen der harmonischen Beschaffenheit der Röhre entsprechen, so entsteht ein kräftiger musikalischer Ton. *Rb.*

A. Terquem. Note sur les vibrations longitudinales des verges prismatiques. C. R. XLVI. 775-778.

Aus Savart's Untersuchungen ist bekannt, dafs sich der Sand auf longitudinal schwingenden, rechtwinklig prismatischen Stäben in Querlinien sammelt, welche auf den gegenüberliegenden Seiten mit einander abwechseln. Diese Querlinien stimmen auf einem Stabe, auf welchem sie sich rein abzeichnen, fast überein mit den Knotenlinien des Transversaltons, welcher mit dem Longitudinalton in Einklang ist, nur dafs letztere ohne Auslassung auf beiden Seiten des Stabes erhalten werden können. Es liegt daher nahe, die Knotenlinien des Longitudinaltons, welchem an und für sich nur in der Mitte des Stabes ein Knoten zukommt, aus dem Zusammenwirken der Longitudinal- und der Transversalschwingungen zu erklären, was indefs Savart nicht vollkommen gelang, von Seebeck aber, Dove Rep. 8. p. 52-54, in genügender Weise geschehen ist, und nun Hr. Terquem aufs Neue in folgender Art ausführt.

Das Verhältnifs der Länge eines Stabes zu seiner Dicke sei so, dafs der Grundton der Longitudinalschwingungen sich mit einem Transversalton in Einklang befinde, und es werde angenommen, dafs der Stab unter dem Einflufs einer longitudinalen Erschütterung zugleich longitudinal und transversal schwinge. Während für die Longitudinalschwingungen nur ein Knoten in der Mitte des Stabes besteht, wird der Transversalton durch eine gröfsere Anzahl von Knoten bedingt. Zwei Molecüle auf beiden Seiten eines Transversaltons, der nicht der Mitte des Stabes angehört, werden in gleicher Richtung longitudinal, aber in entge-

gensetzter Richtung transversal bewegt. Setzt man diese auf einander senkrechten Bewegungen zusammen, so erhält man für die beiden Molecüle in entgegengesetztem Sinne gegen die Fläche des Stabes geneigte Linien, in welchen sie sich hin und her bewegen. Da nun der Sand von einer Stelle der Fläche nur dann fortgeschleudert wird, wenn sie sich gegen ihn bewegt, nicht aber, wenn sie sich vor dem Sande zurückzieht, so folgt, dafs der Sand abwechselnd von der einen und der anderen Seite entweder gegen den zwischen liegenden Knoten oder gegen die beiden benachbarten Knoten geworfen wird, und die entgegengesetzte Bewegung des Sandes auf der gegenüberliegenden Seite des Stabes stattfindet. Es wird daher auf jeder Seite nur die Hälfte der Knoten abgebildet, und die Knoten wechseln ab auf beiden Seiten, während jedoch ihre Lage verschieden sein wird, je nachdem die Anzahl der Knoten gerade oder ungerade ist. Für die beiden Knotenzahlen 15 und 14 werden folgende Schemata mitgetheilt, wo *A* und *B* die beiden einander gegenüberliegenden Seiten bezeichnen.

(1) *A* : 1, —, 3, —, 5, —, 7, 8, —, 10, —, 12, —, 14, —.
B : —, 2, —, 4, —, 6, —, 8, 9, —, 11, —, 13, —, 15.

(2) *A* : 1, —, 3, —, 5, —, 7, 8, —, 10, —, 12, —, 14.
B : —, 2, —, 4, —, 6, Mitte, 9, —, 11, —, 13, —.

Wird der Stab transversal in Schwingung versetzt, so zeigt sich dieselbe Knotenlage bei longitudinaler Erregung.

Wenn also ein Stab fähig ist, denselben Ton durch longitudinale und durch transversale Erregung zu geben, so treten beide Schwingungsarten zuzammen auf, durch welche von beiden Erregungungsarten er auch in Schwingung versetzt werden möge.

Auf gleiche Weise erklärt der Verfasser die von Savart an einigen Stäben bei longitudinaler Erregung beobachtete Entstehung eines Tons, welcher eine Octave tiefer ist als der Longitudinalgrundton. Dieser tiefere Ton ist einfach ein durch den Longitudinalton mit erregter Transversalton. Man sieht in solchen Fällen den Sand sich den Stab entlang bewegen, und einige Augenblicke auf den Knoten des Transversaltons aufhalten. Bringt man auf die Platte eine dünne Schicht Wasser, so erkennt man die Bäuche des Transversaltons an den fortgeschleuderten Tropfen

und den zahlreichen Furchen auf der Oberfläche des Wassers, während die Knoten durch die Ruhe der Wasserfläche bemerklich sind. Wird der Transversalton unmittelbar erregt, so ist die Longitudinalschwingung so stark, dafs der Sand sich nicht auf den Knoten fixirt, sondern in derselben Weise gleitet, wie bei unmittelbarer Longitudinalerregung.

Dafs Seebeck bereits 1829 dieselbe Erklärung der Abwechselung der Knoten gegeben hat, wird von Hrn. Terquem nicht erwähnt. *Rb.*

Lissajous. Note sur les vibrations transversales des lames élastiques. C. R. XLVI. 846-848.

Bei seinen früheren Untersuchungen über die Lage der Knoten transversal schwingender Stäbe hatte der Verfasser unter anderen Apparaten einen Stab angewandt, welcher an beiden Enden zwischen dicken Massen desselben Metalls eingeklemmt und gelöthet war. Als dieser Stab in eine transversale Schwingung versetzt wurde, welche, die Enden mit eingeschlossen, 15 Knoten entsprach, blieb der Sand nur auf den geraden Knoten, niemals auf den ungeraden. Später liefs der Verfasser den Stab longitudinal schwingen, und bemerkte, dafs der Longitudinalton dem erwähnten Transversalton gleich war, aber der Sand die geraden Knoten, mit Ausnahme des zweiten und vierzehnten, verliefs, und sich nach den ungeraden Knoten hinbewegte. Als die Platte umgekehrt wurde, führte die longitudinale Erregung den Sand auf die geraden, hingegen die transversale Erregung den Sand auf die ungeraden Knoten, mit Beibehaltung jedoch der beiden äufsersten geraden Knoten.

Durch diese Versuche findet nun der Verfasser die vorstehende Theorie von Terquem bestätigt. Da der Stab an beiden Enden eingeklemmt ist, so bewegen sich alle Punkte in demselben Augenblick longitudinal nach derselben Richtung. Damit aber feste Knotenlinien entstehen, ist es nöthig, dafs die Longitudinal- und die Transversalschwingungen ihr Maximum zu gleicher Zeit erreichen, welche Bedingung auf zwei Arten befriedigt werden kann. Geht die Longitudinalbewegung nach rechts,

während sich die zwischen den Knoten liegenden ungeraden Theile des Stabes nach oben bewegen, so werden die geraden Knoten markirt. Ist dagegen, wenn sich die ungeraden Theile nach oben bewegen, die Longitudinalbewegung nach links gerichtet, so markiren sich die ungeraden Knoten, wobei jedoch die Schwäche der Longitudinalbewegung an den Enden die Beibehaltung der beiden äufsersten geraden Knoten zuläfst.

Dafs die Beziehungen der longitudinalen Bewegung zur transversalen bei beiden Arten der Erregung einander entgegengesetzt sind, wird dadurch bestätigt, dafs man von einer Art der Erregung zur anderen nicht übergehen kann, ohne den Ton, der unmittelbar darauf wieder erscheint, aufzuheben. *Rb.*

A. Terquem. Note sur les vibrations longitudinales des verges prismatiques. C. R. XLVII. 975-978.

Wenn der Longitudinalton eines Stabes einem der Transversaltöne nicht gleich, aber der Unterschied derselben sehr gering und für das Ohr nicht wahrnehmbar ist, so sind die durch longitudinale Erregung entstandenen Knotenlinien noch sehr rein, und haben fast dieselbe Lage wie bei transversaler Erregung, nur mit dem Unterschied, dafs die Knoten, welche bei der einen Erregungsart sich auf der einen Seite zeigen, bei der anderen Erregungsart auf der anderen Seite erscheinen. Ist der Longitudinalton höher als der Transversalton, so nähern sich beide, wenn man den Stab verkürzt. Man sieht dann bei longitudinaler Erregung, dafs die Knoten eine Neigung annehmen, aus ihrer früheren Lage in die der gegenüberliegenden Seite überzugehen, indem sie bald die eine, bald die andere je nach der stärkeren oder schwächeren Erschütterung des Stabes annehmen. Bei weiterer Verminderung der Länge des Stabes wird die Longitudinalschwingung unmöglich, und endlich ändern die Knoten definitiv ihre Lage, in die der anderen Seite übergehend, während dieselbe für die transversale Erregung ungeändert geblieben ist; also beide Erregungsarten dieselbe Knotenlage zeigen. Beide Töne sind dann einander vollkommen gleich, wenigstens kann

das Ohr, das für eine Tonerhöhung durch Verminderung der Länge des Stabes um 3 bis 4 Millimeter auf 1 bis 1½ Meter unempfindlich ist, keinen Unterschied wahrnehmen. Diese Gleichheit der Knotenlagen für beide Töne dauert fort, wenn der Stab noch um 2 bis 3 Millimeter verkürzt wird. Bei weiterer Verkürzung wird die transversale Erregung unmöglich, bis endlich auch für diese sich die Knotenlage ändert, und nun für beide Erregungsarten der frühere Unterschied wieder besteht. Wenn der Longitudinalton höher ist als der Transversalton, mufs man, um bei transversaler Erregung abwechselnde Knoten zu erhalten, den Stab unter den Knoten unterstützen, welche verschwinden sollen, dahingegen, wenn der Longitudinalton der tiefere ist, unter den Knoten, die bleiben sollen. Bei einigen Stäben wechselt die Knotenlage der transversalen Erregung früher als die der longitudinalen, und bei kurzen Stäben tritt der Wechsel für beide Erregungsarten gleichzeitig ein, da es nicht möglich ist, die Länge um so wenig zu vermindern, dafs die Wechsel gesondert erfolgen. Der Verfasser schreibt die Verschiedenheit der Knotenlagen, da sie von Schwingungsbeziehungen abhängen, welche theoretisch ganz willkürlich seien, dem Mangel an Homogenität der Stäbe zu.

Wenn der Longitudinalton nahe die höhere Octave eines Transversaltons ist, so kann der letztere anfangs nur durch starke longitudinale Erschütterungen hervorgerufen werden; in dem Maafse aber, als das Verhältnifs der Töne sich der Reinheit nähert, wird die gleichzeitige Erregung des Transversaltons leichter, bis er endlich auch bei der leisesten longitudinalen Erregung erscheint. Ist die longitudinale Schwingung stark, so hört man den tieferen Ton continuirlich, bei abnehmendem Longitudinalton aber nur stofsweise in immer längeren Pausen, bis endlich der letztere allein gehört wird. Dieser tiefere Ton ist hart und unangenehm, wenn die Octave merklich unrein ist, wird aber bei vollkommener Consonanz rein und sanft.

Ist der Longitudinalten sehr entfernt von jedem Transversalton, so sind die Knoten sehr unregelmäfsig, oft schief, gekrümmt und schlecht begrenzt, breit, und es ist zuweilen unmöglich, irgend eine Messung anzustellen. Die Schiefheit der

Knoten, welche zunimmt, wenn sich die Töne vom Einklang entfernen, und wieder abnimmt, wenn sich der Longitudinalton einem anderen Transversalton nähert, wird durch Transversalschwingungen nach der Breite des Stabes bedingt, welche um so stärker influiren, je breiter der Stab im Verhältnifs zur Dicke ist. Bei starker Transversalbewegung nach der Länge sind sie wenig merklich, erlangen aber einen beträchtlicheren Einflufs, wenn sie schwach ist, und ändern vollständig die Lage der Knoten, besonders, wenn man von einem Einklang der Töne zu einem anderen Einklang übergeht. In diesem Falle verwandeln sich die Knoten nicht selten in mehr oder weniger continuirliche Curven, welche jedoch den allgemeinen Charekter der Abwechselung auf beiden Seiten des Stabes bewahren.

Ungeachtet der verschiedenen Erscheinungen auf einem longitudinal erregten Stabe haben die Knoten im Allgemeinen die Lage, welche einer geraden oder ungeraden Anzahl derselben entspricht, nur sind die aufeinander folgenden Knoten in der Mitte nicht gleich weit von einander entfernt, und der mittlere Knoten verschiebt sich nach der einen oder anderen Seite. Der Uebergang von einer Lage zur anderen geschieht oft durch Verschwinden des äufsersten Knotens, welcher mehr und mehr schief und selbst parallel der Axe wird. Zuweilen theilt sich ein Knoten in zwei, und es bildet sich zwischen diesen ein neuer. Bei breiten Stäben werden während des Uebergangs die Longitudinalschwingungen bei einer gewissen Länge unmöglich, nehmen aber an Erregbarkeit wieder zu, wenn die Länge weiter vermindert wird. *Rb.*

---

de Morgan. On the beats of imperfect consonances. Phil. Mag. (4) XVI. 158-158.

Im dritten Band von Dove's Repert. haben wir angegeben, dafs, wenn p und q relative Primzahlen sind, Töne, die pn und $qn+\alpha$ Schwingungen in einer gegebenen Zeit haben, in derselben Zeit $n\alpha$ Stöfse geben.

Hr. de Morgan stellt jetzt dasselbe Resultat in einer etwas weniger allgemeinen Form auf, indem er, das Consonanzverhältnifs mit $n:m$ bezeichnend, sagt:

„Die kleinere der beiden Zahlen *n* und *m* sei *n*. Jede Vibration, um welche der höhere Ton falsch gestimmt ist, giebt *n* Stöfse in der Secunde". *Rb.*

Zantedeschi. Dei limiti dei suoni nelle linguette libere, nelle canne a bocca, e dei loro armonici, studiati in relazione alla legge di Bernoulli. Memoria IV. Wien. Ber. XXVII. 257-270.

— — Della legge archetipa dei armonici delle corde; del moto vibratorio, dal quale derivano, e della interpolazione dei suoni armonici negli intervalli dei toni degli strumenti ad arco e della voce precipuamente. Memoria V. Wien. Ber. XXVII. 271-283.

— — Dello sdoppiamento delle onde corrispondenti ai suoni armonici, e della coesistenza di piu onde vibranti nella medesima colonna aerea. Memoria VI. Wien. Ber. XXVII. 284-293.

— — Della lunghezza delle onde aerea, della loro velocità nelle canne a bocca, e dell' influenza che esercitano i varii elementi sulla loro tonnalità. Memoria VII. Wien. Ber. XXVIII. 327-340.

— — Stadio critico-sperimentale del metodo comnemente seguito dai fisici nella determinazione dei nodi e ventri delle colonne aeree vibranti entro canne a bocca. Memoria VIII. Wien. Ber. XXVIII. 341-364.

— — Della legge fondamentale delle verghe vibranti e delle canne a bocca Memoria IX. Wien. Ber. XXXII. 290-301.

Wir haben in diesen sechs Memoiren eben so wenig wie in den dreien, über welche wir im vorigen Jahre berichteten, etwas gefunden, was die physikalische Wissenschaft förderte. *Rb.*

S. Scott Alison. On the Differential Stethophone, and some new phenomena observed by it. Proc. of Roy. Soc. IX. 196-209; Phil. Mag. (4) XVI. 385-395; Cimento IX. 91-94.

Der Verfasser hatte durch seine früheren Untersuchungen über das Hören gefunden, dafs, wenn beide Ohren von einem

Ton mit verschiedenen Intensitäten getroffen werden, und der Unterschied ein entschiedener, wenn auch nur mäfsiger ist, das stärker getroffene Ohr den Ton allein hört. Dieses Gesetz kann ohne eine mechanische Vorrichtung erkannt werden, indem man z. B. eine Taschenuhr vor das Gesicht hält. Für genauere Versuche aber wurde von dem Verfasser folgendes Instrument eingerichtet, welches, da es speciell zur Auskultation von Unterschieden der Töne verschiedener Theile der Brust geeignet ist, von ihm den Namen Differential-Stethoskop oder Stethophon erhalten hat.

Die mechanische Construction ist von dem Stethoskop von Caman zu New-York, welches dazu dient, einen von Einem Punkt ausgehenden Ton mit beiden Ohren zu hören, entlehnt. Zwei Hörrohre, an ihren äufseren Enden mit Schallbechern und an den zur Einfügung in die äufseren Gehörgänge bestimmten Enden mit Knöpfen versehen, sind ungefähr in der Mitte, einige Zoll vom Gesicht, durch eine den Schall nicht leitende Stange verbunden, welche in ihrer Mitte ein Gelenk hat. Die den Ohren zugewandten Hälften sind von Metall und gekrümmt, um das Einbringen der Enden in die Ohren zu ermöglichen, und werden durch ein elastisches Band zusammengehalten. Die äufseren Hälften sind von Metall und biegsam.

Ist das Stethophon in den Ohren befestigt, und setzt man die beiden Schallbecher symmetrisch auf eine Taschenuhr, so hört man mit beiden Ohren den Ton. Wenn aber der eine Becher $\frac{1}{2}''$ oder $\frac{1}{4}''$ von der Uhr entfernt wird, so hört nur das Ohr, welches mit der Uhr verbunden ist, und zwar ist die Erscheinung unzweifelhaft. Entfernt man nun den anderen Becher weiter von der Uhr als den ersten, etwa 1 Zoll, so geht die Empfindung des Tons allein in das Ohr über, welches vorher taub für denselben war. Wenn ein Becher auf die Mitte der Uhr, der andere auf den Rand desselben gesetzt wird, so hört allein das Ohr, welches mit dem ersteren verbunden ist.

Hält man eine Taschenuhr in der Luft vor ein Ohr in der Entfernung von etwa 1 Zoll, oder bringt man sie von innen oder aufsen an eine Backe, so wird das Schlagen nur von dem näheren Ohr gehört. Verbindet man aber in derselben Lage die Uhr

durch ein Hörrohr mit dem anderen Ohr, so geht die Schallempfindung auf dieses Ohr über. Ebenso verhalten sich andere tönende Körper.

Eine Uhr in einer Ecke eines Kastens von einigen Zoll Weite und 1 Zoll Tiefe wird durch den Arm des Stethophons gehört, welcher ihr näher ist. Indem man die Stellen ausschließt, von welchen das Ohr den Ton nicht hört, kann man genau den Ort der Uhr bestimmen.

Werden beide Becher so viel als möglich symmetrisch etwa 1 Zoll über die Mitte einer Uhr gehalten, und bringt man zwei zusammengehaltene Finger zwischen die Uhr und einen der Becher, so hört man das Ticken nur durch den freien Becher. Hält man die geschlossenen Finger zwischen beide Becher und die Uhr, so hört man mit beiden Ohren; trennt man aber die Finger unter einem Becher, so wird nur durch diesen gehört.

Legt man beide Röhren über einen Holzblock, so daß die Becher herabhängen, so hört man eine zwischen den Röhren tönende Stimmgabel mit beiden Ohren. Wird aber einer der Becher mit der Hand oder mit Leder geschlossen, so hört nur das Ohr, welches mit dem verschlossenen Becher verbunden ist, da durch den Verschluß die Mittheilung der schwingenden Bewegung in der Röhre an die äußere Luft verhindert ist. Dieser Versuch erklärt die von WHEATSTONE beobachtete Erscheinung, daß eine auf den Kopf gesetzte Stimmgabel, wenn man mit dem Finger oder auf andere Weise ein Ohr schließt, nur in dem verschlossenen Ohr gehört wird. Der Verfasser erwähnt, daß, mit einer einzigen Ausnahme, alle auf einem Ohr taube Personen, welche er untersuchte, eine auf den Kopf oder an die Stirn gesetzte Stimmgabel nur mit dem Ohr hörten, welches für äußere Laute taub war.

Anstatt die Enden der Röhren in die äußeren Gehörgänge zu bringen, kann man sie auch in der Nähe derselben münden lassen, nur muß man vermeiden, das äußere Ohr zu berühren. Die Erscheinungen haben ein, obwohl unvollkommenes, Analogon im Tastsinn. Ein starker Druck auf einen Theil des Körpers läßt einen schwachen ähnlichen Druck auf eine andere Stelle nicht empfinden.

Offenbar spielt das einseitige Hören eine wichtige Rolle in der Beurtheilung der Schallrichtung, und ist für diesen Zweck besser geeignet, als eine etwaige Fähigkeit die Verschiedenheit der Schallintensitäten in beiden Ohren wahrzunehmen.

Obgleich bei mäfsiger aber entschiedener Verschiedenheit der Affection beider Ohren der Schall nur in dem begünstigten Ohre wahrgenommen wird, so ist die Empfindung doch um so stärker, je stärker zugleich das andere Ohr in Anspruch genommen wird.

Die Beschränkung des Hörens auf ein Ohr erfordert, dafs der Schall, obgleich beide Ohren mit ungleicher Stärke treffend, nur von einer Tonquelle oder wenigstens von ähnlichen Tonquellen komme. Ein geringer Unterschied in dem Charakter der beiden Schalleindrücke hebt diese Beschränkung auf.

Wenn zwei in ihrem Ton beträchtlich verschiedene Glocken, die eine lauter und tiefer als die andere, respective vor beiden Ohren tönen, so werden sie beide genau gehört, die eine in dem einen, die andere in dem anderen Ohr. Ebenso verhalten sich die Schläge zweier in ihrem Ton verschiedener Taschenuhren unter Anwendung des Stethophons. Das Hören des Tickens einer Taschenuhr vor einem Ohr wird durchaus nicht beeinträchtigt, wenn vor dem anderen Ohr eine laute Glocke tönt. Ein pfeifender Lungenton in einem Ohr ist nicht weniger bemerkbar bei einem lauten blasenden Lungenlaut in dem anderen. Ein zischendes Murmeln an der Spitze des Herzens und ein raspelnder Ton an der Basis desselben werden ohne Störung mit beiden Ohren gehört.

Durch beide Gesetze, nämlich die Beschränkung der Wahrnehmung gleichartiger Töne von verschiedener Intensität auf ein Ohr und die Unabhängigkeit verschiedenartiger Tonempfindungen in beiden Ohren, ist es möglich einen zusammengesetzten Ton zu analysiren. Wenn ein Ton aus zwei Tönen zusammengesetzt ist, so ist nur nöthig, dafs beide in verschiedenen Punkten, aber in entgegengesetztem Sinne, von verschiedener Intensität sind, und an solche Punkte die beiden Becher zu bringen. Legt man z. B. zwei Uhren neben einander auf einen Tisch, so ist es dem unbewaffneten Ohr nicht möglich, jede einzeln zu hören; durch passende Anwendung des Stethophons werden die Schläge ge-

trennt. Legt man zwei Uhren in einen Kasten, so kann man durch Versuche mit dem Stethophon, indem man gleichsam die Ohren in die Hand nimmt, bestimmen, wo sie liegen.

Offenbar kann das Differentialstethophon dem Arzt durch Ermittlung der Intensitätsverschiedenheiten von Geräuschen in der Lunge, im Herzen oder anderen Körpertheilen, sowie durch Analysiren von zusammengesetzten Geräuschen und Ortsbestimmung der Componenten wichtige Dienste leisten. *Rb.*

R. Moon. On the theory of internal resistance and internal friction in fluids; and on the theories of sound and of auscultation. Proc. of Roy. Soc. IX. 223-227; Phil. Mag. (4) XVI. 528-531.

Nach der vorstehenden Mittheilung hat Hr. Moon nachgewiesen, dafs in einer cylindrischen mit Luft gefüllten Röhre, wenn sich der Schall längs derselben fortpflanzt, eine Verdichtung eines Luftelements einen Widerstand hervorruft, welcher die Geschwindigkeit des Elements vermindert, und eine Kraft ins Spiel bringt, welche die Geschwindigkeit desselben vermehrt. Die Beschleunigung oder Verzögerung ist allein abhängig von der Gröfse der Verdünnung oder Verdichtung und dem augenblicklichen Zustand der Dichtigkeit, und wird in Rechnung gebracht, indem man in der gewöhnlichen Schallgleichung für Röhren das Glied

$$\pm\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^{-1}\frac{\partial^2 y}{\partial x\partial t}$$

hinzufügt, wo x die Abscisse des Elements während der Ruhe y die Abscisse zur Zeit t und b^2 eine von Elasticität der Luft unter den gegebenen Umständen abhängige Constante ist. Die genaue Gleichung des Schalls wäre demnach

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = a^2\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^{-2}\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \pm b^2\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^{-1}\frac{\partial^2 y}{\partial x\,\partial t},$$

wo das obere oder das untere Zeichen gilt, je nachdem die Bewegung nach der positiven oder der negativen Seite der x gerichtet ist.

Nach demselben Princip sind die allgemeinen Gleichungen

der Bewegung einer elastischen Flüssigkeit unter Berücksichtigung der inneren Widerstände

$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial x} = X - \frac{\partial(u)}{\partial t} \pm k^2 \varrho \frac{\partial u}{\partial x};$$
$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial y} = Y - \frac{\partial(v)}{\partial t} \pm k^2 \varrho \frac{\partial v}{\partial y};$$
$$\frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial z} = Z - \frac{\partial(w)}{\partial t} \pm k^2 \varrho \frac{\partial w}{\partial y};$$

welche für mäfsige Dichtigkeiten genau sein sollen, und wo k^2 dieselbe Constante wie b^2 ist, während die übrigen Buchstaben die gewöhnliche Bedeutung haben.

Unter Vernachlässigung der Glieder höherer Ordnung wird für die Schallgleichung

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \pm 2ae \frac{\partial^2 y}{\partial x \, \partial t}$$

gesetzt, woraus folge, dafs sich die Verdichtungen mit der Geschwindigkeit $a\,(1-e)$ und die Verdünnungen mit der Geschwindigkeit $a\,(1+e)$ fortpflanzen.

Eine Bestätigung der schnelleren Fortpflanzung der Luftverdünnungen wird darin gefunden, dafs bei Pulverexplosionen die Fensterscheiben leichter nach aufsen als nach innen brechen.

Da man bei unmittelbarer Aufeinanderfolge einer Verdichtung und einer Verdünnung nur einen Ton hört, so soll entweder nur die Verdichtung oder nur die Verdünnung fähig sein, im Ohr die Empfindung eines Schalls zu erregen. Von beiden Luftströmungen aber würde a priori die schnellere Luftverdünnung die geeignetere sein, die ihr anvertraute Botschaft zu überbringen, auch wäre dadurch die Schwierigkeit gehoben, dafs die theoretische Schallgeschwindigkeit zu klein sei.

Dafs nur die Luftverdünnung den Ton erzeuge, lehre aber auch die Betrachtung der Structur des Ohrs, denn

1) Das Trommelfell ist convex nach innen gewölbt, wird also mit geringerem Kraftaufwand durch eine Luftverdünnung als durch eine Luftverdichtung bewegt.

2) Die im Labyrinth eingeschlossene incompressible Flüssigkeit wird die erforderliche Bewegung nicht durch eine Luftverdichtung erhalten können.

3) Die Disposition der Gehörmuskeln ist darauf berechnet, die Eindrücke einer Luftverdünnung leichter zu fördern und zu reguliren als die einer Luftverdichtung.

4) Die Eustachische Röhre ist unerläſslich zum Hören, wenn dasselbe durch Luftverdünnungen bewirkt wird, während ihr Nutzen im entgegengesetzten Fall nicht ersichtlich ist.

Wenn die Luftverdünnung allein den Ton hervorbringt, so könnte derselbe durch eine einfache Contraction der Ohrmuskeln unhörbar gemacht werden. Eine feinere Uebung dieser Muskeln würde also das Ohr äuſserst fähig zur Aufnahme gewisser Töne und der Unterdrückung anderer machen, und dadurch erkläre sich, daſs manche Personen beim Lesen, Schreiben, scharfen Nachdenken durch Geräusch um sie herum nicht gestört werden, oder Personen von feinem musikalischen Gehör eine sehr zusammengesetzte Harmonie zu würdigen und zu analysiren vermögen. *Rb.*

P. Earnshaw. On the theory of sound. Athen. 1858. II. 456-456; Inst. 1859. p. 23-23; Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 34-35.

Das einzige Hinderniſs für die vollständige Entwickelung der Schalltheorie besteht nach Hrn. Earnshaw in der Schwierigkeit, die Gleichung

$$\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2 \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \mu \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$$

zu integriren, für welche man gewöhnlich setze

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \mu \frac{\partial^2 y}{\partial x^2},$$

indem man, um die Schwierigkeit zu vermeiden, angenähert

$$\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2 = 1$$

annehme. Aus dieser Annahme folge aber, daſs eine stärkere Zusammendrückung einer Luftmasse eine Vergröſserung des Volumens derselben zur Folge habe, was dem Zustand der natürlichen Atmosphäre widerspricht. Die Gleichung

$$y = F(x + at) + f(x - at),$$

welche bis dahin der Erklärung in den akustischen Abhandlungen zu Grunde gelegen hat, habe also nichts mit dem Ton zu

thun, sondern repräsentire die Bewegung einer Welle in einem imaginairen Mittel, dessen Natur der der gewöhnlichen Gase gerade entgegengesetzt sei. So lange man die obige Gleichung nicht, ohne

$$\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2 = 1$$

zu setzen, integrirt habe, habe man noch keinen Schritt gethan, und besitze die Wissenschaft noch nicht eine mathematische Theorie des Schalls.

Hr. Earnshaw zeigt nun an, zur genauen Lösung des Integrals, und dadurch in den Besitz des Schlüssels verschiedener Eigenschaften des Tons gelangt zu sein. Unter Anderem erkläre dieses Integral: die groſse Schwierigkeit, welche die Experimentatoren gefunden haben, übereinstimmende Schallgeschwindigkeiten zu erhalten; die Lieblichkeit der musikalischen Töne; die schnelle Abnahme heftiger Schälle, so wie ihre Zunahme. Das Integral zeige, daſs die Geschwindigkeit des Schalls nicht, wie beim Licht, von der Wellenlänge, sondern von der Stärke desselben abhänge, und ein starker Schall sich schneller fortpflanze als ein schwacher, so der Knall eines Feuergewehrs schneller als der Ton der menschlichen Stimme. Uebereinstimmend mit diesem, nach der Mehrzahl der Experimentatoren über Schallgeschwindigkeit nicht zulässigen Resultat, hörte Hr. Earnshaw, daſs bei den Schallversuchen der Nordpolexpedition von J. Franklin die in der Entfernung einiger Meilen aufgestellten Personen beständig den Kanonenschuſs vor dem Commandowort des das Feuer befehligenden Officiers hörten.

Der beim Vortrag anwesende Hr. Stevelly bestätigte diese Thatsache, welche ihm von James Ross, der das Feuer commandirt, erzählt sei. Capitain Parry befand sich in einer Entfernung von vier Meilen von der Kanone und gab das Signal durch einen Flintenschuſs.

Hr. James Ross, ebenfalls anwesend, erklärte auf Befragen, daſs er über diese Betrachtungen eine Notiz aufbewahrt habe, und sie Hr. Earnshaw mittheilen werde, welche auch die Zeit zwischen seiner Wahrnehmung des Feuers und des Schalls des Flintenschusses angebe. *Rb.*

de Saint-Venant. Construction de la surface décrite par une corde vibrante transportée d'un mouvement rapide perpendiculaire à son plan de vibration. Inst. 1859. p. 22-22.

Hr. de Saint-Venant hat die von Monge für das Cabinet der polytechnischen Schule unter der Voraussetzung, dafs die anfängliche Form der schwingenden Saite eine aus zwei Geraden bestehende gebrochene Linie sei, construirte Fläche, welche sich nicht mehr dort vorfindet, wiederhergestellt, so wie auch die Fläche modellirt, welche von der Saite durch ihre Fortbewegung beschrieben wird, wenn ihre anfängliche Gestalt aus zwei an ihren Scheiteln im tiefsten Punkt in einander übergehenden Parabeln zusammengesetzt ist.

Die Gleichung der Fläche, wenn die horizontale Saite senkrecht gegen ihre verticale Schwingungsebene während einer halben Schwingung sich gleichförmig um ihre Länge fortbewegt, ist

$$\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2},$$

wo x, z, t rechtwinklige Coordinaten bedeuten, welche resp. nach der Saite, vertical und nach der Bewegung der Schwingungsebene gerichtet sind.

Man kann die Fläche, die durch ihre Schnitte parallel der Schwingungsebene die aufeinander folgenden Zustände der Saite angibt, in Gyps oder Thon modelliren, wenn man (nach dem von Monge, Analyse appliquée à la geometrie, angezeigten Verfahren, welches dasselbe Resultat liefert, wie die von Poisson in seiner Mechanik nach d'Alembert gegebene Construction) auf einer Curve, deren verticale Ebene gegen die Schwingungsebene um 25° geneigt ist, eine gleiche Curve, deren verticale Ebene mit dieser senkrecht bleibt, fortbewegt. Beide Curven erhält man, wenn man die Ordinaten der anfänglichen Curve der Saite halbirt, und gleichzeitig in dem Verhältnifs von $1:\frac{1}{2}\sqrt{2}$ verkürzt, die so erhaltene Curve in ihrer Ebene um ihren Endpunkt um zwei Rechte dreht, und die beiden Curventheile nach rechts und links wiederholt. *Rb.*

Grailich und Weiss. Ueber das Singen der Flammen. Wien. Ber. XXIX. 271-280; Z. S. f. Naturw. XII. 247-249.

Das von Schrötter beobachtete Hineinbrennen der singenden Flamme in die Ausflufsröhre, welches von demselben als die Ursache der Tonbildung angesehen wurde, ist nach den Verfassern von der Gestalt der Mündung, der Intensität des Gasstroms und der Höhe des Tons abhängig.

Röhrchen, die in eine feine Spitze ausgezogen sind, zeigen das Hineinbrennen nur sehr wenig, conische Mündungen mit feiner Oeffnung gar nicht. Wasserstoffgas zeigt es am vollkommensten bei gleichmäfsig cylindrischen Ausflufsröhrchen bis zu 3^{mm} Weite, d. i. der Weite, welche überhaupt noch das Eintreten des Tones zuläfst. Dabei kann es geschehen, dafs die Flamme nicht blofs in die Mündung selbst zurück brennt, sie schlägt sogar nach aufsen um die Ausflufsröhre herab wie eine feurige Cascade, und es kann die Dicke des herabgeschlagenen Flammenwulstes den aufsteigenden Gasstrom um mehr als das Dreifache übertreffen. Oelbildendes Gas fordert durchaus eine engere Mündung, und zeigt dem entsprechend das Hineinbrennen in minder auffallender Weise. Bei beiden Flammen findet übrigens schon während des Verbrennens ein leichtes Eindringen der Flamme statt.

Das Zurückschlagen der Flamme zeigt sich bei Wasserstoffgas um so kräftiger, mit desto gröfserer Geschwindigkeit das Gas ausströmt. Oelbildendes Gas verlangt eine geringere Geschwindigkeit des Ausflusses; so wie die Heftigkeit des Ausflusses nur etwas zunimmt, brennt es nicht in die Röhre zurück, sondern die ganze brennende Flamme erhebt sich bis auf eine nicht unbeträchtliche Distanz über die Mündung des Ausflusses. Bei Ausflufsröhrchen, welche in eine etwas feine Spitze ausgezogen sind, kann es geschehen, dafs das Verbrennen erst zwei Linien über der Oeffnung anfängt, wobei die Flamme immer eine Länge von 4''' bis 5''' erreichen kann.

Das Hineinbrennen geschieht um so kräftiger, je tiefer und stärker der Ton ist.

Die Verfasser untersuchten auch die Phasen der Flamme durch rasches Kopfschütteln oder einen rotirenden Spiegel. Die

Wasserstoffflamme zeigte beim Herabschlagen unter der tiefsten Stelle ein nach unten gerichtetes bläuliches Züngelchen. Eine eigenthümliche Erscheinung zeigte sich bei der Kohlenwasserstoffflamme. Schon Schaffgotsch und Tyndall haben auf die von glühenden Kohlentheilchen herrührenden feurigen Sterne an den Spitzen der blauen Flammenberge aufmerksam gemacht. So lange die Flamme schwach ist, sieht man nur schief aufgesetzte gelbe Kuppen von dem blauen Flammenberge abbiegen. Je stärker die Flamme wird, desto länger wird diese seitliche Zunge, sie zeigt endlich ein von der blauen Flamme getrenntes Schlängeln, nähert sich mehr dem nachfolgenden blauen Flammenberge, berührt diesen endlich, vereinigt sich mit der gelben Kuppe desselben, und bildet für sich ein eigenes schlängelndes System, dessen untere Gränzlinie ziemlich unregelmäfsig erscheint, während die obere in mäfsigen Ausbiegungen so auf und nieder geht, dafs die Wellenberge über die höchsten Stellen der blauen Flammen fallen. Es zeigt sich im Allgemeinen einmal eine gewisse Selbständigkeit und Trägheit des gelben Flammentheils gegenüber dem blauen, rascher beweglichen, während die Kohlenoxydflamme wieder an Beweglichkeit hinter der Wasserstoffgasflamme zurückbleibt. Nie wurde die Spitze des gelben Flammenbündels auch nur halbwegs der Ausflufsöffnung genähert, noch vielweniger in dieselbe herab geschlagen. Diese geringere Beweglichkeit des gelben Flammentheils wird von dem Verfasser der Trägheit der Masse der schwebenden Kohlentheilchen zugeschrieben.

„Wird ein Glasröhrchen an seiner Spitze zugeschmolzen, dagegen unterhalb der Spitze mit einer seitlichen Oeffnung versehen, so dafs das Gas nicht gerade aufwärts, sondern nur seitwärts herausdringen kann, so stellt sich, bei Wasserstoffgas leichter als bei ölbildendem Gas, sehr bald ein Tönen her, gerade wie bei der gewöhnlichen Form des Experiments. Die Flamme zeigt aber keine Spur des Einbrennens, sie haftet vielmehr wie eine nach auf und abwärts gerichtete Spindel an dem Glasrohr, indem sie fast eben so tief unter als über die Mündung schlägt. Die Analyse mit dem Spiegel zeigt deutlich, dafs hier wenigstens von successiven Explosionen die Rede nicht sein

kann. Die Flamme ist continuirlich, allerdings schwächer da, wo sie von dem tiefsten Thale nach aufwärts sich erhebt, aber im Ganzen doch nur ein unterbrochenes Zickzack."

Nach der Ansicht der Verfasser besteht die Ursache des Tones in den ununterbrochenen Veränderungen, welche entstehen müssen, wenn man erwägt, dafs nach ANDREWS die Verbrennung eines Gramms Wasserstoff 33808, eines Gramms Kohlenoxyd 2431 und eines Gramms ölbildendes Gas 11942 Wärmeeinheiten frei macht. Die dadurch bewirkte Unruhe innerhalb der ganzen Röhre reiche hin, in der Luftsäule jene schwingenden Bewegungen zu erregen, die sich schliefslich zu stehenden Schwingungen anordnen.

Sowie bei den Chladnischen Klangfiguren der Sand zur Darstellung der Knotenlinien benutzt wird, kann ein kleines Flämmchen in einer tönenden Röhre zum Nachweis der Knotenflächen dienen. Man leite in eine weite horizontale Röhre durch ein an der inneren Wand hinlaufendes, feines, durchbrochenes Glasrohr Sauerstoff. Ferner führe man ein dünnes, in eine feine Spitze ausgezogenes, am Ende knieförmig aufgebogenes Röhrchen in die weite Röhre, so dafs sich die Ausflufsöffnung in der Mitte derselben befindet. Wird nun Gas durch das Röhrchen getrieben, so erlischt das Flämmchen gewöhnlich, wenn durch eine an einem Ende der grofsen Röhre eindringende starke Wasserstoffgasflamme die Luftsäule zu tönen anfängt. Zündet man aber das Flämmchen erst an, nachdem sich der Ton gebildet hat, so brennt es fort, ohne dafs Ton und Flämmchen sich gegenseitig stören. Wird aber das Flämmchen nur wenig aus der Mitte gerückt, so erlischt es sogleich. Man mufs mit horizontalen Röhren operiren, da bei verticalen der Luftzug zu stark ist. Aufser dem Knoten des Grundtons lassen sich auch die Knoten der harmonischen Töne mit dem Sonderöhrchen nachweisen. *Rb.*

PETRRIM und WEISS. Untersuchungen über das Tönen der Flammen flüssiger und fester Körper. Wien. Ber. XXXII. 68-75; Inst. 1858. p. 330-331.

Die Verfasser versuchten, gestützt auf die fast verschollene Bemerkung BRUGNATELLI'S, dafs auch brennender Phosphor tönt,

eine Reihe von Flammen anderer fester und flüssiger Körper zum Tönen zu bringen.

Die Flüssigkeiten brannten entweder von Dochten, welche in die obere Oeffnung einer mit einem gröſseren Flüssigkeitsgefäſs communicirenden Röhre gebracht, oder, ohne Docht, von Blechtrichtern verschiedener Gröſse und Gestalt, welche auf die Oeffnung gesetzt waren.

Weingeist mit Docht tönt am besten, wenn man diesen in mehrere Fäden zertheilt, und dieselben sternförmig um die Oeffnung herumlegt. Die Flamme verliert, sobald sie in den Cylinder tritt, bedeutend an Helligkeit, und brennt tief blau, während sich Anfänge eines knatternden Tons zeigen, die bei weiterem Einsenken der Flamme in einen regulären Ton übergehen.

Ohne Docht tönt die Weingeistflamme am besten, wenn die brennende Fläche eine bedeutende Ausdehnung hat, also bei Trichteransätzen, und wenn die Resonanzröhre weit ist. Es entsteht anfangs ein starker, schnarrender Ton, der aber bei weiterem Einsenken einem viel schwächeren, der Höhe nach vollkommen constanten Tone weicht, bei welchem die Flamme, indem die blaue Farbe in eine gelbe übergeht, bedeutend an Helligkeit zunimmt, und sich in prachtvollen Spiralen aufrollt. Die Verfasser halten diese Erscheinung, die sich, wiewohl nur selten und unvollkommen, auch bei etwas gröſseren Leuchtgasflammen zeige, für eine sichtbare Bestätigung der zuerst von Savart beobachteten Spiralbewegung der Luft beim Tönen, welche nach Fermond zur Bildung des Tons unumgänglich nöthig ist. Wir müssen jedoch bemerken, daſs die angegebene Spiralbewegung auf einer optischen Täuschung zu beruhen scheint, wenigstens mit der Schallbewegung als solcher nichts zu thun hat, da die beigefügte Darstellung des durch einen rotirenden Spiegel oder rasches Kopfschütteln analysirten Flammenbildes aus fast geraden, geneigten, nach oben sich verjüngenden Flammenzungen besteht, von welchen die Spitze einer jeden über der Basis der folgenden liegt, und mit einer Bewegung in sich aufrollenden Spiralen wohl nicht zu vereinigen ist. Auch die blaue Farbe des Bildes ist nicht im Einklang mit der Angabe, daſs die Farbe der Flamme gelb sei.

Aether tönt weit unregelmäfsiger, besonders bei gröfseren, leicht entstehenden Flammen. Ueberhaupt tönen breite Flammen leicht, während die Länge der Flamme nachtheilig ist.

Terpentinöl tönt mit und ohne Docht, aber unregelmäfsiger als Alkohol.

Steinöl gibt einen unregelmäfsigen Ton.

Brennöl tönt sehr stark und zwar bei kleinen und auch bei unverhältnifsmäfsig langen und grofsen Flammen. Der Ton bildet sich am leichtesten, wenn man den Docht ringförmig um den Rand der Oeffnung legt.

Bei einem Wachskerzchen genügt es, um einen Ton hervorzubringen, wenn man den Docht verbreitert, oder, noch besser, in einzelne Fäden zertheilt, und diese sternförmig, wie bei Flüssigkeitsflammen, ausbreitet. Man kann bei weiten Cylindern auch mehrere Wachskerzchen, etwa drei, zusammenbringen und zugleich anzünden.

Eine gewöhnliche Talgkerze giebt ebenfalls einen schönen Ton, wenn man den Docht gehörig ausbreitet.

Um Stearinkerzen zum Tönen zu bringen, ist es nöthig, selbst bei weiten Cylindern, ihre Dicke zu verringern, dann aber tritt das Tönen sehr leicht ein.

Mit Schwefel kömmt kein Ton zu Stande, wenn man ihn in einem Porcellanschälchen oder einem Trichter in einem Cylinder brennen läfst. Es entsteht aber sogleich ein ziemlich intensiver Ton, sobald man mit Schwefel überzogene Dochtfäden anzündet.

Nach den Verfassern ist das Mattwerden der tönenden Flamme eine optische Täuschung, und rührt daher, dafs die schnell sich bewegenden Bilder in der Wahrnehmung zu einem längeren fahleren Bilde vereinigt werden, eben so wie eine mit gelbem und schwarzem Papier belegte Scheibe bei rascher Rotation ein mattgelbes Aussehen annimmt. Das röthliche Aussehen der Wasserstoffflamme wird den von der glühenden Mündung des Ausflufsröhrchens mit gerissenen Gaspartikeln zugeschrieben. *Rb.*

C. A. Grüel. Ueber die Interferenz zweier Stimmgabeln. Pogg. Ann. CIV. 494-496; Dingler J. CXLIX. 433-434.

Hr. Grüel hat durch den Versuch bestätigt, dafs, wenn zwei genau unisono gestimmte, gleichartig gearbeitete Gabeln von gleicher Stärke und Dauer des Tons gleich angeschlagen und symmetrisch über ein abgestimmtes Schallrohr gehalten werden, und es der Zufall fügt, dafs ihre Schwingungen nach dem Anschlagen entgegengesetzt gerichtet sind, die beiden Töne sich vollkommen aufheben. Unter 30 bis 40 maligem Anschlagen gelingt der Versuch durchschnittlich einmal, und man überzeugt sich von der Realität der einzelnen Töne, wenn man abwechselnd die eine oder die andere Gabel vom Schallrohr entfernt, wo sogleich der vorher unterdrückte Ton vernehmbar wird.

Man stimmt die Gabeln vermittelst einer Hülfsgabel, und kann sie durch Aufkleben von Wachs adjustiren. *Rb.*

Emsmann. Ueber die Entstehung des Tones beim Brummkreisel. Pogg. Ann. CIV. 490-494.

Nach den Versuchen von Sondhauss tönt ein Brummkreisel meistens zweimal, nämlich zu Anfang und dann, nach einer Pause, bei geringerer Umdrehungsgeschwindigkeit noch einmal, aber etwas schwächer und höher. Dieser Umstand veranlafst Hrn. Emsmann, die Ansicht von Savart und Sondhauss, nach welcher, da die relative Bewegung dieselbe ist, der Ton ebenso entsteht, als wenn der ruhende Kreisel seitlich angeblasen wird, für irrig zu halten, und der Erklärung von Marx beizustimmen, dafs die durch die Centrifugalkraft aus der Oeffnung getriebene Luft von dieser zurückgestofsen werde, wieder nach aufsen dringe, und so eine Folge von Oscillationen entstehe, welche den Ton erzeuge.

Der zweite Ton entsteht dann nach Hrn. Emsmann dadurch, dafs bei geringerer Umdrehungsgeschwindigkeit die äufsere Luft in den luftverdünnten hohlen Raum des Kreisels dringe, und sich nun das Spiel des Stofsens und des Gestofsenwerdens wiederhole.

Bei dieser Erweiterung der Theorie von Marx ist indessen übersehen worden, dafs Sondhauss (Pogg. Ann. LXXXI. 246), als er auf einer Centrifugalmaschine einen excentrisch befestigten Kreisel mit zunehmender Geschwindigkeit umdrehte, mochte die Oeffnung des Kreisels der Umdrehungsaxe zugewandt, oder von derselben abgewandt sein, den schwächeren und höheren Ton zuerst, und dann, nach einer Pause, den anderen Ton erhielt, die Töne also nicht dadurch zu erklären sind, dafs bei dem einen die innere Luft nach aufsen und bei dem anderen die äufsere Luft nach innen dringt. Zudem hat ja auch Sondhauss beim ruhenden Kreisel durch seitliches Anblasen bei schwachem Luftstrom den schwachen höheren Ton, bei stärkerem Luftstrom keinen Ton, und bei noch stärkerem Anblasen den anderen stärkeren Ton erhalten. *Rb.*

---

van der Burg. Ueber die Art, Klangfiguren hervorzubringen, und Bemerkungen über die longitudinalen Schwingungen. Pogg. Ann. CIII. 620-624.

Der Verfasser giebt folgendes Mittel an, auf Klangscheiben die sonst schwierig zu erhaltenden concentrischen kreisförmigen Knotenlinien mit einer Deutlichkeit hervorzubringen, die vielleicht nicht bekannt war, und überdies dieselbe Form der Linien unfehlbar wieder entstehen zu lassen.

Man befestige mittelst einer Schraube die Scheibe in einer möglichst geringen Ausdehnung auf einem Fufsgestelle, stelle einen Stab senkrecht auf die Scheibe, fasse ihn in der Mitte mit der vollen linken Hand, drücke ihn ziemlich stark auf und streiche den oberen Theil von oben nach unten mit der vollen rechten Hand mittelst eines Tuches, das mit pulverisirtem Harz bestreut ist. Sobald ein reiner Ton entsteht, tritt sogleich die Figur sehr correct hervor.

Die benutzten Scheiben waren quadratisch, kreisförmig, elliptisch und dreieckig, die beiden ersten von Messing, die anderen von Eisen. Bei einer Dicke von nur 2 Millimeter hatten nach der Angabe die anderen Dimensionen folgende enorme Werthe. Die Seite des Quadrats hatte 31 Decimeter, der Durchmesser des

Kreises 34,1 Decimeter, die grofse Axe der Ellipse 35 Decimeter, die kleine Axe 23 Decimeter, die Seite des regelmäfsigen Dreiecks 50 Decimeter. Die Stäbe hatten eine Länge von 1,54 bis 2 Meter und einen Durchmesser von 9 bis 13 Millimeter.

Je nach der Stelle der Scheibe, auf welche man den Stab setzt, wird die Octave seines Grundtons höher oder tiefer, und die Differenz der Tonhöhe beträgt etwa 1 bis 1¼ Ton.

Hat man Stab und Scheibe einen Ton geben lassen, und hört dann plötzlich mit dem Reiben auf, indem man den Stab sehr stark gegen die Scheibe drückt, so hallt der Ton im Stabe einen Augenblick nach, und man spürt am oberen Ende durch die eigenthümliche Bewegung in der Hand, dafs er von neuem longitudinal vibrirt.

Die Kreisscheibe gab mit einem einige Decimeter vom Centrum aufgesetzten Stab drei concentrische Kreise, welche, wenn sie nicht völlig correct waren, durch Versetzung des Stabes vervollkommnet werden konnten. Man kann für denselben Ton die Knotenlinien sich fortwährend verrücken lassen, wobei sich der Sand in einer Masse aufhebt, und augenblicklich an andere Knotenlinien setzt. Streut man zwischen den Sand Lycopodium, so setzt sich dieser bei einem einzigen Strich unverzüglich auf die Bäuche der Scheibe.

Mit Glasröhren von 1,5 Meter Länge gelangen die Versuche durchaus nicht, vielleicht, weil die Scheiben zu grofs oder die Röhren zu kurz waren.

Eine Membran von dünnem Papier, auf einen quadratischen Holzrahmen gespannt, der durch eine Schraube horizontal befestigt war, zeigte auch abwechselnde Klangfiguren, wenn man einen Stab auf dem Rande erklingen liefs.

Will man die Existenz und Stärke der Longitudinalschwingungen einem grofsen Auditorium sichtbar machen, so räth der Verfasser, einen Stab (vielmehr einen Baum) von wenigstens 5,6 Meter Länge und etwas mehr als 2 Decimeter Dicke anzuwenden, und durch denselben gefärbtes Wasser auf ein Blatt weifses Papier spritzen zu lassen. Dieser Stab sei auch sehr brauchbar bei Klangscheiben (von nur 2^{mm} Dicke?). Hat der Stab einige Augenblicke mit einem Ende in Wasser gestanden, ist er in der

Mitte fest eingeklemmt, und streicht man das obere Ende an, so wird das Wasser mit solcher Kraft aus dem Stabe getrieben, dafs er, wenn man ihn beim Vibriren an der Unterfläche berührt, die Empfindung gibt, als wäre er mit einer Eisrinde bedeckt. *Rb.*

A. Arndtsen. Akustische Notiz. Pogg. Ann. CIV. 496-496.

Die Empfindlichkeit der Gasflammen für Luftverdichtungen und Luftverdünnungen, welche Schaffgotsch bei geringen Bewegungen der Thür eines Zimmers bemerkte, kann man nach dem Verfasser in jedem Concertsaal beobachten, der mit Gas oder einem flüchtigen Oel erleuchtet ist. „Jedesmal nämlich, wenn ein sehr intensiver Ton, z. B. ein Paukenschlag, angegeben wird, sieht man plötzlich und, wegen des geringen Abstandes, gleichzeitig alle Flammen einen Augenblick niedriger werden. Die Töne mögen einander noch so rasch folgen, so werden sie doch mit telegraphischer Genauigkeit von den Flammen angezeigt". *Rb.*

Dritter Abschnitt.

O p t i k.

13. Theoretische Optik.

P. Zech. Die Krümmungslinien der Wellenfläche zweiaxiger Krystalle. Zusatz. Crelle J. LV. 94-94. (Bereits im Referat Berl. Ber. 1857. p. 202 berücksichtigt.)

F. Eisenlohr. Ueber das Verhältnifs der Schwingungsrichtung des Lichts zur Polarisationsebene und Bestimmung dieses Verhältnisses durch die Beugung. Pogg. Ann. CIV. 337-346.

Veranlafst wurde der Verfasser zu der vorstehend bezeichneten Arbeit durch den Widerspruch, in welchem die zur Entscheidung der Frage über die Lage der Schwingungsrichtung gegen die Polarisationsebene von Stokes und Holtzmann angestellten Beugungsversuche mit einander zu stehen schienen. Um den Widerspruch aufzuhellen, ging er auf die Construction der analytischen Beugungsformeln zurück.

Wären nämlich die Stokes'schen Formeln richtig, so würde die Polarisationsebene der einfallenden Strahlen durch die Beugung nach der Längsrichtung der beugenden Spaltöffnung oder nach einer auf derselben senkrechten Ebene hin gedreht werden, je nachdem die Schwingungen in der Polarisationsebene oder senkrecht darauf geschehen. Die Versuche von Stokes ergaben aber bekanntlich eine Drehung nach der senkrechten Ebene, während die von Holtzmann im Gegentheil eine Drehung nach der Spaltenrichtung gaben. Allein bei letzteren waren die Drehungen durchschnittlich doppelt so grofs, als sie der Formel nach

hätten sein sollen, und aus diesem Mangel an Uebereinstimmung mit der Formel schlofs Hr. Eisenlohr, dafs man mit den Holtzmann'schen Versuchen aus selbiger weder die eine, noch die entgegengesetzte Theorie beweisen könne. Aus diesem Grunde, und weil er an der Genauigkeit der Versuche nicht zweifelte, construirte er von Neuem die betreffende Beugungsformel, und zwar unter Berücksichtigung des Einflusses longitudinaler Schwingungen und unter der Voraussetzung, dafs die Schwingungen senkrecht gegen die Polarisationsebene geschehen. Er fand dabei in der That, dafs darnach die Holtzmann'schen Beobachtungen nicht die Holtzmann'sche, sondern die Stokes'sche Hypothese über die Schwingungsrichtung bestätigten.

Mit den Versuchen von Stokes konnte die Vergleichung nicht angestellt werden, weil dieser die Versuche nicht selbst, sondern nur ihr Ergebnifs mitgetheilt hatte.

Sind γ und γ' die Winkel, welche respective der einfallende und der gebeugte Strahl mit der Beugungsebene macht, und bedeutet β den Beugungswinkel, so ist die Stokes'sche Formel

$$(1) \quad \ldots\ldots \quad \operatorname{tang} \gamma' = \frac{\operatorname{tang} \gamma}{\cos \beta},$$

die von Eisenlohr dagegen, entwickelt unter der Voraussetzung, dafs, wie bei den Holtzmann'schen Versuchen mit dem Rufsgitter, die Beugung beim Uebergange aus Glas in Luft erfolge,

$$(2) \quad \ldots\ldots \quad \operatorname{tang} \gamma' = \frac{\operatorname{tang} \gamma \cdot \cos(\alpha - \beta)}{1 + 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{l_{\prime\prime} l''}{\lambda^2}}.$$

In der letzten Formel stellt λ die Wellenlänge im Glase vor, $\frac{\lambda}{l_{\prime\prime}}$ und $\frac{\lambda}{l''}$ bezeichnen die Absorptionscoefficienten im Glase und in der Luft, und α ist ein Hülfswinkel, bestimmt durch die Gleichung $n \sin \alpha = \sin \beta$ — unter n das Brechungsverhältnifs des Glases verstanden.

Wie grofs die Uebereinstimmung zwischen den Versuchen und der neuen Formel ist, zeigt die folgende Zusammenstellung der Beobachtungen Holtzmann's mit den von diesem selbst nach der Stokes'schen Formel (1) berechneten, und den aus der Eisenlohr'schen Formel (2) unter der Annahme von

$$n = 1{,}53, \text{ und } \frac{2l_{\prime\prime} l''}{\lambda^2} = 9{,}5$$

berechneten Werthen:

β	γ	γ' beobachtet.	γ' berechnet nach (2).	γ' berechnet nach (1).
10° 36′	45° 36′	44° 27′	44° 34′	45° 9′
20 17	44 5	40 32	40 32	42 15
20 35	45 36	40 52	41 57	43 43
31 5	45 0	38 6	37 29	40 35
32 17	45 36	38 4	38 9	40 49.

Bei der dritten Beobachtung, bei welcher die Abweichung den vergleichsweise hohen Werth 1° 5′ erreicht, vermuthet der Verfasser einen Versuchs- oder Beobachtungsfehler, da im zweiten und dritten Versuche trotz des geringen Unterschiedes im Beugungswinkel die Werthe von

$$\frac{\tan\gamma'}{\tan\gamma}$$

stark von einander abweichen.

Hinsichtlich der Herleitung seiner Formel verweist der Verfasser auf einen anderen Aufsatz (s. p. 180.), wo er dieselbe ausgeführt hat, und begnügt sich mit einer Andeutung des dabei eingeschlagenen Weges.

Nebenbei wird auf die Wichtigkeit aufmerksam gemacht, welche Beugungsversuche der hier besprochenen Art durch ihre Vergleichung mit den Resultaten der Formel (die für den Fall, dafs die Beugung nicht an der Grenze zweier Mittel, sondern in einerlei Mittel vor sich geht, sich auf

$$\tan\gamma' = \frac{\tan\gamma}{1 + \frac{2l_{\prime\prime}^2 \sin^2\frac{\alpha}{2}}{\lambda^2}}$$

vereinfacht) für die Bestimmung der Natur der Longitudinalschwingungen haben, da deren Einflufs hier viel stärker ist, als bei der reinen Brechung.

Schliefslich fügt der Verfasser hinzu, dafs die Senkrechtheit der Schwingungen gegen die Polarisationsebene auch schon ohne die Bestätigung durch die hier betrachteten Beugungserscheinungen feststehe, einestheils durch die Bestätigung der Cauchy'schen,

auf jener Voraussetzung beruhenden Reflexionsformeln durch die Jamin'schen Beobachtungen, anderntheils durch den schon von Fresnel geführten, aber wenig bekannten Beweis aus der Aberration. Nimmt nämlich, wie es die Aberrationserscheinung vorauszusetzen nöthig macht, der die Erde umgebende Aether nicht an deren Bewegung Theil, so mufs das Licht eines Sterns, dem sich die Erde nähert, durch ein Prisma anders gebrochen werden, als das Licht eines Sterns, von dem sie sich entfernt. Aus dem Umstande nun, dafs Arago in den zur Entscheidung dieser Frage mit der gröfsten Sorgfalt angestellten Versuchen keinen Unterschied fand, hat Fresnel gefolgert (Ann. d. chim. IX. 56), dafs der Aether in allen Körpern gleiche Elasticität habe, dafs dagegen seine Dichtigkeit in ihnen dem Quadrate des Brechungsverhältnisses proportional sei — eine Aetherbeschaffenheit, welche in nothwendigem Zusammenhange mit der senkrechten Lage der Schwingungen gegen die Polarisationsebene steht.

Für den citirten, die Aberration betreffenden Fresnel'schen mathematischen Beweis hat der Verfasser endlich am Schlufs des Aufsatzes noch einen anderen, sehr einfachen, auf geometrische Betrachtungen gegründeten Beweis geliefert. *Rd.*

F. Eisenlohr. Ableitung der Formeln für die Intensität des an der Oberfläche zweier isotropen Mittel gespiegelten, gebrochenen und gebeugten Lichts. Pogg. Ann. CIV. 346-376.

Der Verfasser gibt hier einestheils eine Ableitung der bekannten Cauchy'schen Reflexionsformeln, und zwar sowohl der für durchsichtige isotrope Mittel, als der für Metalle geltenden, anderntheils die Entwickelung neuer Beugungsformeln, die ursprünglich vorzugsweise zur Aufklärung der Stokes-Holtzmann'schen Versuche bestimmt waren.

Auch die Darstellung der ersteren (der Reflexions-) Formeln wird es nicht unpassend sein, hier vollständiger anzugeben, einmal, weil Cauchy dieselben zum Theil ohne Beweis, resp. ohne vollständigen Beweis, mitgetheilt hat, und die hiesige Herleitung sich durch Kürze und Einfachheit auszeichnet, und dann, um des

Zusammenhanges willen, in den das Beugungsproblem mit dem der Reflexion, resp. Brechung, gebracht worden ist.

Was die Ausführung anlangt, so hat der Verfasser für die Reflexion an durchsichtigen Mitteln den Gang befolgt, den von Ettingshausen (Wien. Ber. 1855. IV. 369) für diesen Fall angedeutet hatte, und schlug dann denselben Weg bei der Behandlung der Metallreflexion und der Beugung ein.

Die Grundlage bilden durchweg die von Cauchy sogenannten Bedingungsgleichungen der Continuität.

Bezeichnet man mit ξ, η, ζ die den (auf einander senkrechten) Coordinatenaxen parallelen Componenten der Verschiebung, und zwar ohne Accente die Verschiebungen in der einfallenden Welle, mit unteren Accenten, die in der dadurch im ersten Mittel erregten, mit oberen Accenten die in den im zweiten Mittel erregten Wellen, und dabei einen oder zwei Accente anwendend, je nachdem das Wellensystem das transversale oder das longitudinale vorstellen soll; wird ferner die Grenzfläche beider Mittel zur Ebene der yz genommen (wobei die Axe der y in der Einfallsebene liegen möge, und die positiven Seiten der Axe x und der y so gewählt seien, dafs sie mit der Richtung der einfallenden Strahlen einen spitzen Winkel einschliefsen) — so sind die Bedingungen der Continuität, dafs die Gleichungen

$$\text{(a)} \quad \xi + \xi_{,} + \xi_{,,} = \xi' + \xi''$$

$$\text{(b)} \quad \eta + \eta_{,} + \eta_{,,} = \eta' + \eta''$$

$$\text{(c)} \quad \zeta + \zeta_{,} + \zeta_{,,} = \zeta' + \zeta''$$

$$\text{(d)} \quad \frac{d\xi}{dx} + \frac{d\xi_{,}}{dx} + \frac{d\xi_{,,}}{dx} = \frac{d\xi'}{dx} + \frac{d\xi''}{dx}$$

$$\text{(e)} \quad \frac{d\eta}{dx} + \frac{d\eta_{,}}{dx} + \frac{d\eta_{,,}}{dx} = \frac{d\eta'}{dx} + \frac{d\eta''}{dx}$$

$$\text{(f)} \quad \frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\zeta_{,}}{dx} + \frac{d\zeta_{,,}}{dx} = \frac{d\zeta'}{dx} + \frac{d\zeta''}{dx}$$

sich erfüllen, so oft $x = 0$ ist. Da sämmtliche Strahlen in der Einfallsebene liegen, so können hier

$$\zeta_{,,}, \quad \zeta'', \quad \frac{d\zeta_{,,}}{dx}, \quad \frac{d\zeta''}{dx}$$

als Null gleich fortgelassen werden.

Es werde nun zunächst betrachtet

A. Die Reflexion und Brechung an durchsichtigen isotropen Mitteln

und zwar mögen die beiden Fälle unterschieden werden, wo das einfallende Licht in der Einfallsebene und senkrecht dagegen schwingt.

1) Es geschehen die Schwingungen der einfallenden Welle senkrecht zur Einfallsebene.

Die obigen sechs Bedingungsgleichungen reduciren sich dann auf die beiden (c) und (f), da ξ und η mit ihren Differentialcoefficienten verschwinden. Bedeuten ferner λ, τ, θ, A die Wellenlänge, die Schwingungsdauer, die Phase und die Amplitude der einfallenden Welle, α den Einfallswinkel, und kennzeichnet man dieselben Gröfsen für die anderen Wellensysteme durch Accente in der oben angegebenen Weise, so kann man, indem man A zur Einheit nimmt, setzen:

$$(1) \quad . \quad \begin{cases} \zeta = \cos 2\pi\left(\frac{x\cos\alpha + y\sin\alpha}{\lambda} - \frac{t+\theta}{\tau}\right) \\ \zeta_{,} = A_{,}\cos 2\pi\left(\frac{x\cos\alpha_{,} + y\sin\alpha_{,}}{\lambda_{,}} - \frac{t+\theta_{,}}{\tau_{,}}\right) \\ \zeta' = A'\cos 2\pi\left(\frac{x\cos\alpha' + y\sin\alpha'}{\lambda'} - \frac{t+\theta'}{\tau'}\right). \end{cases}$$

Führt man diese Werthe, nachdem darin $x = 0$ gesetzt worden, in die Gleichungen (c) und (f) ein, d. h. in die Gleichungen

$$(1a) \quad . \quad . \quad . \quad \zeta + \zeta_{,} = \zeta', \quad \frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\zeta_{,}}{dx} = \frac{d\zeta'}{dx},$$

so erhält man zunächst, weil sie für jeden Werth von y und t bestehen bleiben müssen,

$$\tau = \tau_{,} = \tau', \quad \frac{\sin\alpha}{\lambda} = \frac{\sin\alpha_{,}}{\lambda'} = \frac{\sin\alpha'}{\lambda'},$$

also wegen $\lambda = \lambda_{,}$ namentlich $\sin\alpha = \sin\alpha_{,}$, und daher, da nicht $\alpha = \alpha_{,}$ sein kann, ohne dafs die reflectirte Welle ganz mit der einfallenden zusammenfiele, $\alpha_{,} = 180 - \alpha$. Ferner folgt aus diesen Gleichungen

$$\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta + A_{,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta = A'\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta',$$

$$\frac{\cos\alpha}{\lambda}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta + A_{,}\frac{\cos\alpha_{,}}{\lambda}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,} = A'\frac{\cos\alpha'}{\lambda'}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta',$$

wo der Kürze halber s für $\frac{2\pi}{\tau}$ steht, und die Klammern [] bedeuten, dafs die Gleichungen sowohl für die Cosinus, als für die Sinus gelten sollen. Durch Combination dieser vier Relationen findet man endlich $\theta = \theta_{,} = \theta'_{,}$ und damit

$$A_{,} = \frac{\sin(\alpha' - \alpha)}{\sin(\alpha' + \alpha)}, \quad A' = \frac{2 \sin \alpha' \cos \alpha}{\sin(\alpha' + \alpha)},$$

also

$$(2) \quad \begin{cases} \zeta_{,} = \dfrac{\sin(\alpha' - \alpha)}{\sin(\alpha' + \alpha)} \cos 2\pi \left(\dfrac{-x \cos \alpha + y \sin \alpha}{\lambda} - \dfrac{t + \theta}{\tau} \right) \\ \zeta' = \dfrac{2 \sin \alpha' \cos \alpha}{\sin(\alpha' + \alpha)} \cos 2\pi \left(\dfrac{x \cos \alpha' + y \sin \alpha'}{\lambda'} - \dfrac{t + \theta}{\tau} \right). \end{cases}$$

Diese Formeln gelten natürlich nicht mehr, wenn sie imaginär werden, weil sie dann keinen physikalischen Sinn haben, namentlich also nicht im Falle der Totalreflexion, d. h. wenn

$$\sin \alpha' \left(= \frac{\lambda' \sin \alpha}{\lambda} \right) > 1$$

wird, und somit α' und $\cos \alpha'$ imaginär werden. Allein die Formeln hören damit nicht auf, Integrale der partiellen Differentialgleichungen zu sein, denen die Schwingungsbewegungen zu gehorchen haben, und zwar Integrale, welche gleichzeitig den Bedingungen (1a) genügen. Ueberdies lassen sich aus ihnen reelle Integrale derselben Gleichungen herleiten — also Integrale von physikalischer Bedeutung, die somit die Bewegungen in den Fällen darstellen, wo die Integrale (2) ihre physikalische Gültigkeit verlieren.

Sind nämlich

$$\zeta = A \cos m, \quad \zeta_{,} = A_{,} \cos m_{,}, \quad \zeta' = A' \cos m'$$

(wo A, $A_{,}$, A', m, $m_{,}$, m' reell oder imaginär sein können) Integrale der erwähnten allgemeinen linearen Differentialgleichungen, welche gleichzeitig den gleichfalls linearen Grenzbedingungen ($1_{,}a$) genügen, so sind auch

$$\zeta = A \cos(m - \tfrac{1}{2}\pi) . \sqrt{-1},$$
$$\zeta_{,} = A_{,} \cos(m_{,} - \tfrac{1}{2}\pi) . \sqrt{-1},$$
$$\zeta' = A' \cos(m' - \tfrac{1}{2}\pi) . \sqrt{-1},$$

solche Integrale, mithin auch deren Summe, d. h.

$$\zeta = A e^{m\sqrt{-1}}, \quad \zeta_{,} = A_{,} e^{m_{,}\sqrt{-1}}, \quad \zeta' = A' e^{m'\sqrt{-1}}$$

und folglich, wenn diese Ausdrücke auf die Form $P' + Q\sqrt{-1}$ (wo P und Q reelle Gröfsen vorstellen) gebracht sind, auch die reellen Theile derselben, d. h.

$$\zeta = P, \quad \zeta_{,} = P_{,}, \quad \zeta' = P'.$$

Diese Gleichungen genügen daher nicht blofs den analytischen, sondern wegen ihres Reellseins auch den physikalischen Bedingungen der Aufgabe.

Die Ableitung von P aus A und m macht sich am leichtesten, wie folgt.

Ist

$$A = a + b\sqrt{-1}, \quad m = \gamma + \delta\sqrt{-1},$$

so hat man

$$Ae^{m\sqrt{-1}} = \sqrt{(a^2+b^2)}.e^{-\delta}e^{\left(\gamma + \text{arc tg}\,\frac{b}{a}\right)\sqrt{-1}},$$

also

$$P = \sqrt{(a^2+b^2)}.e^{-\delta}\cos\left(\gamma + \text{arc tg}\,\frac{b}{a}\right),$$

und um nun behufs der Berechnung des P, die Werthe von

$$\sqrt{(a^2+b^2)} \text{ und } \frac{b}{a}$$

zu bestimmen, ohne a und b selbst auszuwerthen, darf man nur bemerken, dafs man in dem gegebenen A nur den Coefficienten von $\sqrt{-1}$ das entgegengesetzte Zeichen zu geben hat, um einen Ausdruck vom Werthe $a - b\sqrt{-1}$ zu erhalten, und dafs alsdann

$$a^2 + b^2 = (a + b\sqrt{-1})(a - b\sqrt{-1})$$

und

$$\frac{b\sqrt{-1}}{a} = \frac{(a+b\sqrt{-1})-(a-b\sqrt{-1})}{(a+b\sqrt{-1})+(a-b\sqrt{-1})}$$

ist.

Im obigen Falle hat man z. B. für die Bestimmung des P', aus (2)

$$A' = \frac{2\sin\alpha'\cos\alpha}{\sin(\alpha+\alpha')} = a' + b'\sqrt{-1},$$

folglich, da hierin das Imaginäre nur im $\cos\alpha'$ steckt, und $\cos\alpha'$ das Zeichen wechselt, wenn α' mit $180 - \alpha'$ vertauscht wird,

$$a' - b'\sqrt{-1} = \frac{2\sin\alpha'\cos\alpha}{\sin(\alpha'-\alpha)},$$

und somit

$$\sqrt{(a'^2+b'^2)} = \sqrt{\frac{4\sin^2\alpha'\cos^2\alpha}{\sin^2\alpha'-\sin^2\alpha}},$$

$$\frac{b'}{a'}\sqrt{-1} = \frac{\sin(\alpha'-\alpha)-\sin(\alpha'-\alpha)}{\sin(\alpha'-\alpha)+\sin(\alpha'+\alpha)} = -\frac{\tan\alpha}{\tan\alpha'} = \tan\varrho\cdot\sqrt{-1},$$

und wenn man ϱ auch in den eben gefundenen Werth von $\sqrt{a'^2+b'^2}$ einführt,

$$\sqrt{[a'^2+b'^2]} = 2\cos\varrho.$$

Sonach gewinnt man als reale Lösung für die gebrochene Welle

$$(3)\qquad \zeta' = 2\cos\varrho\, e^{-\frac{x\cos\alpha}{\lambda}\operatorname{tg}\varrho}\cos 2\pi\left(\frac{y\sin\alpha}{\lambda}-\frac{t+\theta}{\tau}-\frac{\varrho}{2\pi}\right),$$

und auf gleichem Wege für die reflectirte:

$$(4)\qquad \zeta_{,} = \cos 2\pi\left(\frac{-x\cos\alpha+y\sin\alpha}{\lambda}-\frac{t+\theta}{\tau}-\frac{\varrho}{\pi}\right).$$

2) Die Schwingungen des Einfallslichtes geschehen in der Einfallsebene. In diesem Falle bleiben von den sechs Grenzgleichungen nur die vier (a, b, d, e) zu erfüllen.

Könnte man alle Wellensysteme als ungeschwächt sich fortpflanzende von endlicher Wellenlänge ansehen, so hätte man für die transversalen und longitudinalen ebenen Wellen respective

$$(5)\qquad \begin{cases} \begin{bmatrix}\xi\\ \eta\end{bmatrix} = A\cos 2\pi\left(\frac{x\cos\alpha+y\sin\alpha}{\lambda}-\frac{t+\theta}{\tau}\right)\begin{bmatrix}\sin\alpha\\ \cos\alpha\end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix}\xi_{,,}\\ \eta_{,,}\end{bmatrix} = A_{,,}\cos 2\pi\left(\frac{x\cos\alpha_{,,}+y\sin\alpha_{,,}}{\lambda_{,,}}-\frac{t+\theta_{,,}}{\tau_{,,}}\right)\begin{bmatrix}\cos\alpha_{,,}\\ \sin\alpha_{,,}\end{bmatrix}, \end{cases}$$

wo von den Doppelausdrücken in den Klammern die oberen und unteren für sich zu einander gehören, und wo in dem ersten Gleichungspaar, welches sich auf transversale Schwingungen bezieht, die Gröfsen A, α, λ, θ, τ je nach dem Wellensystem mit den entsprechenden Accenten zu versehen sind, und in dem zweiten die unteren Accente mit oberen vertauscht werden müssen, wenn es sich um das longitudinale System im **zweiten** Mittel handelt.

Die Bedingungen, dafs die Gleichungen (a, b, d, e), $x = 0$ vorausgesetzt, gültig bleiben müssen für jeden Werth von y und t, würde wieder auf

$$\tau = \tau_{,} = \tau_{,,} = \tau' = \tau'', \quad \lambda = \lambda_{,},$$

$$\frac{\sin\alpha}{\lambda} = \frac{\sin\alpha_{,}}{\lambda_{,}} = \frac{\sin\alpha_{,,}}{\lambda_{,,}} = \frac{\sin\alpha'}{\lambda'} = \frac{\sin\alpha''}{\lambda''}$$

führen, und dabei hätte man in Anbetracht der Fortpflanzungsrichtung $\cos\alpha$, $\cos\alpha'$, $\cos\alpha''$ positiv, $\cos\alpha_{,}$ und $\cos\alpha_{,,}$ negativ zu nehmen. Ferner fände sich aus eben den Grenzgleichungen (für das einfallende Licht wieder $A = 1$ gesetzt)

$$(6)\quad\left\{\begin{aligned}
&\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta\sin\alpha + A_{,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,}\sin\alpha_{,} + A_{,,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,,}\cos\alpha_{,,}\\
&\qquad = A'\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta'\sin\alpha' + A''\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta''\cos\alpha''\\
&\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta\cos\alpha + A_{,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,}\cos\alpha_{,} - A_{,,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,,}\sin\alpha_{,,}\\
&\qquad = A'\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta'\cos\alpha' - A''\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta''\sin\alpha''\\
&\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta\frac{\sin\alpha\cos\alpha}{\lambda} + A_{,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,}\frac{\sin\alpha_{,}\cos\alpha_{,}}{\lambda}\\
&\qquad + A_{,,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,,}\frac{\cos^2\alpha_{,}}{\lambda_{,,}}\\
&\qquad = A'\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta'\frac{\cos\alpha'\sin\alpha'}{\lambda'}\\
&\qquad + A''\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta''\frac{\cos^2\alpha''}{\lambda''}\\
&\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta\frac{\cos^2\alpha}{\lambda} + A_{,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,}\frac{\cos^2\alpha'}{\lambda}\\
&\qquad - A_{,,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,,}\frac{\cos\alpha_{,,}\sin\alpha_{,,}}{\lambda_{,,}}\\
&\qquad = A'\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta'\frac{\cos^2\alpha'}{\lambda'}\\
&\qquad - A''\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta''\frac{\cos\alpha''\sin\alpha''}{\lambda''},
\end{aligned}\right.$$

und hieraus, wenn man die erste Gleichung mit $\frac{\sin\alpha}{\lambda}$ multiplicirt und zur vierten addirt, und die zweite Gleichung nach Multiplication mit $\frac{\sin\alpha}{\lambda}$ zur dritten addirt, respective

$$\frac{1}{\lambda}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta + \frac{A_{,}}{\lambda}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,} = \frac{A'}{\lambda'}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta'$$

$$\frac{A_{,,}}{\lambda_{,,}}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,,} = \frac{A''}{\lambda''}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta''.$$

Diese Gleichungen, in Verbindung mit den beiden ersten der Gleichungen (6), ergäben dann $\theta = \theta_{,} = \theta_{,,} = \theta' = \theta''$, und

$$(7)\begin{cases}\begin{bmatrix}\xi_{,}\\ \eta_{,}\end{bmatrix}=\dfrac{\sin(\alpha-\alpha')\cos(\alpha+\alpha'-\alpha_{,,}-\alpha'')}{\sin(\alpha+\alpha')\cos(\alpha-\alpha'+\alpha_{,,}+\alpha'')}\cos 2\pi\left(\dfrac{-x\cos\alpha+y\sin\alpha}{\lambda}-\dfrac{t+\theta}{\tau}\right)\begin{bmatrix}\sin\alpha\\ \cos\alpha\end{bmatrix}\\ \begin{bmatrix}\xi_{,,}\\ \eta_{,,}\end{bmatrix}=\dfrac{-2\sin(\alpha-\alpha')\cos\alpha\sin\alpha_{,,}}{\sin(\alpha_{,,}-\alpha'')\cos(\alpha-\alpha'+\alpha_{,,}+\alpha'')}\cos 2\pi\left(\dfrac{x\cos\alpha_{,,}+y\sin\alpha_{,,}}{\lambda_{,,}}-\dfrac{t+\theta}{\tau}\right)\begin{bmatrix}\cos\alpha_{,,}\\ \sin\alpha_{,,}\end{bmatrix}\\ \begin{bmatrix}\xi'\\ \eta'\end{bmatrix}=\dfrac{2\sin\alpha'\cos\alpha\cos(\alpha_{,,}+\alpha'')}{\sin(\alpha+\alpha')\cos(\alpha-\alpha'+\alpha_{,,}+\alpha'')}\cos 2\pi\left(\dfrac{x\cos\alpha'+y\sin\alpha'}{\lambda'}-\dfrac{t+\theta}{\tau}\right)\begin{bmatrix}\sin\alpha'\\ \cos\alpha'\end{bmatrix}\\ \begin{bmatrix}\xi''\\ \eta''\end{bmatrix}=\dfrac{-2\sin(\alpha-\alpha')\cos\alpha\sin\alpha''}{\sin(\alpha_{,,}-\alpha'')\cos(\alpha-\alpha'+\alpha_{,,}+\alpha'')}\cos 2\pi\left(\dfrac{x\cos\alpha''+y\sin\alpha''}{\lambda''}-\dfrac{t+\theta}{\tau}\right)\begin{bmatrix}\cos\alpha''\\ \sin\alpha''\end{bmatrix}.\end{cases}$$

Die Ausdrücke in diesen Formeln haben aber nur dann reelle Werthe, und demnach eine physikalische Bedeutung, wenn sämmtliche Wellensysteme ebene, sich ungeschwächt fortpflanzende sind [1]). Dies ist man aber für die longitudinalen Systeme anzunehmen nicht berechtigt, sondern hat vielmehr Ursache, eine rasche, in geometrischer Progression fortschreitende Abnahme der Amplituden vorauszusetzen. Es entspricht dies dem Falle, dafs in der Exponentialform der einfachen Integrale der Schwingungsgleichungen, das reelle Glied des der Fortschreitungsgröfse propor-

[1]) Bezüglich der Gröfse $\xi_{,,}$ z. B. würde die Exponentialform des Integrals (die von Cauchy sogenannte symbolische Verschiebung) unter der Voraussetzung ungeschwächter Fortpflanzung

$$\xi_{,,}=A_{,,}\cos\alpha_{,,}e^{2\pi\left(\frac{\varrho}{\lambda_{,,}}-\frac{t+\theta}{\tau}\right)\sqrt{-1}}$$

sein, und eine Schwingung von der constanten Amplitude $A_{,,}\cos\alpha_{,,}$ ergeben. Wird aber hierin $\lambda_{,,}$ mit $\frac{l_{,,}}{\sqrt{-1}}$ vertauscht, so verwandelt sich die Formel in

$$\xi_{,,}=A_{,,}\cos\alpha_{,,}e^{-\frac{2\pi\varrho}{l_{,,}}}e^{-\frac{2\pi(t+\theta)}{\tau}\sqrt{-1}}$$

und ergiebt eine Schwingung von der veränderlichen, mit zunehmendem ϱ in geometrischer Progression abnehmenden Amplitude

$$A_{,,}\cos\alpha_{,,}e^{-\frac{2\pi\varrho}{l_{,,}}}.$$

tionalen Theils des Exponenten von Null verschieden ist und einen negativen Coefficienten hat. Wenn ϱ die Gröfse des Fortschritts in der Richtung der Wellennormale bedeutet, so wird man diese Bedingung z. B. erfüllt haben, wenn man in jenen Integralen die bei ungeschwächter Fortpflanzung eingehenden Factoren

$$e^{\frac{2\pi\varrho}{\lambda_{\prime\prime}}\sqrt{-1}} \text{ und } e^{\frac{2\pi\varrho}{\lambda''}\sqrt{-1}} \text{ durch } e^{-\frac{2\pi\varrho}{l_{\prime\prime}}} \text{ und } e^{-\frac{2\pi\varrho}{l''}},$$

also $\lambda_{\prime\prime}$ und λ'' durch $\frac{l_{\prime\prime}}{\sqrt{-1}}$ und $\frac{l''}{\sqrt{-1}}$ ersetzt.

Es wird dann in Folge der obigen Beziehungen zwischen $\alpha_{\prime\prime}$, α'' und α, $\sin\alpha_{\prime\prime}$ und $\sin\alpha''$ imaginär, während $\cos\alpha_{\prime\prime}$ und $\cos\alpha''$ reell, und zwar respective negativ und positiv bleiben.

Um aus den durch die Substitution imaginär werdenden Formeln (7), welche übrigens nicht aufhören, den analytischen Bedingungen der Aufgabe zu entsprechen, — reelle, den gestellten analytischen Forderungen gleichfalls genügende, und daher eine physikalische Lösung des Problems liefernde Formeln herzuleiten, wird ganz ebenso verfahren, wie oben in dem ähnlichen Falle bei der Totalreflexion. Aus den Factoren in (7), welche die Amplitude hatten bestimmen sollen, dieselben $= a + b\sqrt{-1}$ gesetzt, erhält man die der Gröfse $a - b\sqrt{-1}$ gleichen Ausdrücke sofort, indem man $\alpha_{\prime\prime}$ und α'' mit $-\alpha_{\prime\prime}$ und $-\alpha''$ vertauscht, und findet dann unter Benutzung der oben gebrauchten Formeln für $a^2 + b^2$ und $\frac{b}{a}$, schliefslich folgende Gleichungen, in denen Kürze halber

$$m_{\prime\prime} = \sqrt{\left(1 + \frac{\lambda^2}{\sin^2\alpha . \lambda_{\prime\prime}^2}\right)}, \quad m'' = \sqrt{\left(1 + \frac{\lambda^2}{\sin^2\alpha . \lambda''^2}\right)},$$

$$p = \frac{\operatorname{tg}(\alpha_{\prime\prime}+\alpha'')}{\sqrt{-1}} = \frac{m'' - m_{\prime\prime}}{m''m_{\prime\prime} - 1}, \quad \operatorname{tg}\varphi = p\operatorname{tg}(\alpha - \alpha'),$$

$$\operatorname{tg}\psi = p\operatorname{tg}(\alpha + \alpha')$$

gesetzt worden ist,

$$(8)\ \begin{cases} \begin{bmatrix}\xi_{\prime}\\ \eta_{\prime}\end{bmatrix} = \frac{\sin\varphi}{\sin\psi}\cos 2\pi\left(\frac{-x\cos\alpha + y\sin\alpha}{\lambda} + \frac{\varphi+\psi}{2\pi} - \frac{t+\theta}{\tau}\right)\begin{bmatrix}\sin\alpha\\ \cos\alpha\end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix}\xi'\\ \eta'\end{bmatrix} = \frac{\sin(\varphi+\psi)}{\sin\psi}\cdot\frac{\sin\alpha'}{\sin\alpha}\cos 2\pi\left(\frac{x\cos\alpha' + y\sin\alpha'}{\lambda'} + \frac{\varphi}{2\pi}\right. \\ \qquad\qquad \left. - \frac{t+\theta}{\tau}\right)\begin{bmatrix}\sin\alpha'\\ -\cos\alpha'\end{bmatrix} \text{ u. s. w.}\end{cases}$$

Die JAMIN'schen Versuche, welche die erste dieser Gleichungen vollkommen bewährt haben, ließen zugleich erkennen, daſs p stets eine sehr kleine Gröſse ist. Hieraus schlieſsend, daſs auch die Differenz zwischen $\frac{\lambda}{l_{,,}}$ und $\frac{\lambda}{l''}$ nur klein sein könne, setzte Hr. EISENLOHR

$$\frac{\lambda}{l''} = t + u, \quad \frac{\lambda}{l_{,,}} = t - u,$$

woraus sich, wenn man die höheren Potenzen von u vernachlässigt,

$$p = \frac{2u}{t}\frac{\sin\alpha}{\sqrt{(\sin\alpha^2 + t^2)}},$$

$\left(\text{oder } \operatorname{tg} w = \frac{t}{\sin\alpha} \text{ setzend, } p = \frac{2u}{t}\cos w\right)$ ergiebt. CAUCHY nahm $p = \varepsilon\sin\alpha$, unter ε eine sehr kleine Constante gedacht.

Hr. EISENLOHR hält indeſs seinen Näherungswerth für genauer, als den von CAUCHY, und in der That giebt derselbe auch in den gedachten Versuchen einen etwas geringeren mittleren Fehler.

Es giebt aber noch eine zweite mögliche Annahme. Die Formeln (7) geben nämlich auch reelle, und folglich physikalisch ausdeutbare Werthe, wenn man, statt $\lambda_{,,}$ und λ'' imaginär zu nehmen, diese als reell und sehr groſs (also die Longitudinalschwingungen als ungeschwächt, aber in Vergleich mit den Transversalschwingungen auſserordentlich schnell sich fortpflanzende) ansieht. Es würde dann wegen

$$m_{,,} = \sqrt{\left(1 - \frac{\lambda^2}{\sin^2\alpha\lambda_{,,}^2}\right)}$$

und

$$m'' = \sqrt{\left(1 - \frac{\lambda^2}{\sin^2\alpha\lambda''^2}\right)}$$

bei Vernachlässigung der höheren Potenzen von $\frac{\lambda^2}{\lambda_{,,}^2}$ und $\frac{\lambda^2}{\lambda''^2}$,

$$p = \frac{\lambda_{,,}^2 - \lambda''^2}{\lambda_{,,}^2 + \lambda''^2},$$

also p von α unabhängig werden. Diese Annahme aber (welche mit der älteren CAUCHY'schen zusammenfällt) verwirft der Verfasser ganz, weil sie sich mit den nachher zu erörternden HOLTZMANN'schen Beugungsversuchen nicht vertrage.

Hieran wird dann der Nachweis geknüpft, dafs die bisher gegoltene Meinung, dafs die von HAUGHTON modificirten GREEN'schen Reflexionsformeln gleichen theoretischen Werth mit den CAUCHY'schen hätten, eine irrige sei. Der Verfasser bemerkt, dafs die auffällig befundenen, trotz der gemeinsamen Ausgangsgleichungen stattfindenden wesentlichen Formabweichungen der HAUGHTON'schen Endformeln von denen CAUCHY's von gewissen besonderen Annahmen herrühren, dafs aber gerade diese besonderen Annahmen unzulässig und den Versuchen widersprechend seien. Die eine Annahme HAUGTHON's ist, dafs die longitudinalen Wellensysteme von constanter Amplitude und sehr grofser Fortpflanzungsgeschwindigkeit seien, und wurde so eben als gegen die HOLTZMANN'schen Beugungsversuche verstofsend verworfen. Die zweite Annahme, darin bestehend, dafs sich die Wellenlängen der longitudinalen Systeme oder, (was dasselbe ist, die reciproken Absorptionscoefficienten) zweier Mittel, wie die Brechungsverhältnisse verhalten, wird ebenso als völlig unhaltbar bewiesen. In der That ist auch das HAUGHTON'sche Q, welches GREEN auf 0,278 berechnet hatte, unfähig den Werth 2,55 anzunehmen, welchen HAUGHTON für nöthig erklärte, um die Erscheinungen durch seine Formeln darzustellen; denn 0,278 ist der gröfste Werth, den der emendirte Ausdruck für Q erreichen kann.

Was nun die totale Reflexion für den vorliegenden Fall, wo das Einfallslicht in der Einfallsebene schwingt, anbelangt, so erhält man für die dann nicht mehr passenden imaginären Formeln (8) die gültigen Formeln am einfachsten, wenn man mit den Gleichungen (7), wie oben in dem correspondirenden Falle mit den Gleichungen (2) verfährt. Die Umwandlung der gleich $a+\sqrt{-1}$ betrachteten Ausdrücke in die vom Werthe $a-b\sqrt{-1}$ geschieht durch die Vertauschung von $\alpha_{\prime\prime}$, α'' und α' mit $-\alpha_{\prime\prime}$, $-\alpha''$ und $180-\alpha'$, und es ergeben sich als Resultat unter Anwendung der Bezeichnungen

$$m_{\prime\prime}=\sqrt{\left(1+\frac{\lambda^2}{\sin^2\alpha l_{\prime\prime}^2}\right)},\quad m''=\sqrt{\left(1+\frac{\lambda^2}{\sin^2\alpha l''^2}\right)},\quad p=\frac{m''-m_{\prime\prime}}{m''m_{\prime\prime}-1},$$

$$m'=\sqrt{\left(1-\frac{\lambda^2}{\sin^2\alpha\lambda'^2}\right)},\quad \operatorname{tg} r=\frac{m'+p(\cos^2\alpha+m'^2\sin^2\alpha)}{(1-m'^2)\cos\alpha\sin\alpha},$$

die Gleichungen

$$(9)\quad \begin{cases} \begin{bmatrix}\xi_{\prime}\\ \eta_{\prime}\end{bmatrix} = \cos 2\pi\left(\frac{-x\cos\alpha + y\sin\alpha}{\lambda} - \frac{t+\theta}{\tau} - \frac{r}{\pi}\right)\begin{bmatrix}\sin\alpha\\ \cos\alpha\end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix}\xi'\\ \eta'\end{bmatrix} = \frac{2\cos r}{\sin\alpha(1-m'^2)}\, e^{\frac{-2\pi x \sin \alpha m'}{\lambda}}\begin{bmatrix}\cos\\ m'\sin\end{bmatrix} 2\pi\left(\frac{y\sin\alpha}{\lambda}\right. \\ \qquad\qquad \left. - \frac{t+\theta}{\tau} - \frac{r}{2\pi}\right). \end{cases}$$

Der durch JAMIN's Versuche bewährte Grenzunterschied zwischen dem in der Einfallsebene und dem senkrecht darauf polarisirten Lichte nach der totalen Reflexion ist $2(r-\varrho)$, während

$$\mathrm{tg}(r-\varrho) = \mathrm{cotg}\,\alpha\left(\frac{m'+p}{1+pm'}\right),$$

oder angenähert wegen der Kleinheit des p

$$\mathrm{tang}\,(r-\varrho) = \cot\alpha\,[m' + p\,(1 - m'^2)]$$

ist.

B. Beugung durch ein Gitter.

Das beugende Gitter werde in der Grenzfläche zweier Mittel gedacht, die Einfallsebene stehe senkrecht auf den gleich breiten und gleich weit von einander entfernten Spalten; a sei der Einfallswinkel; b die Spaltenbreite, d die Entfernung der Mittellinie zweier auf einander folgender Spalten; der Anfang der im Durchschnitt der Einfalls- und Gitterebene liegenden Axe der y werde in der Mitte einer Spalte angenommen; endlich seien die Zwischenräume zwischen den Spalten als unfähig gedacht, Licht zu reflectiren oder durchzulassen.

Stehen dann 1) die Schwingungen des einfallenden ebenen Wellensystems senkrecht auf der Einfallsebene, so hat man für die einfallende Welle vor dem Eintritt in das Gitter

$$\zeta = \cos 2\pi\left(\frac{x\cos a + y\sin a}{\lambda} - \frac{t+\theta}{\tau}\right),$$

wofür der Verfasser den Kunstgriff gebraucht, folgenden damit identischen Ausdruck zu setzen

$$\zeta = \cos 2\pi\left(\frac{x\cos a + y\sin\alpha}{\lambda} - \frac{t+\theta}{\tau}\right)\cos\frac{2\pi y(\sin a - \sin\alpha)}{\lambda}$$
$$-\sin 2\pi\left(\frac{x\cos a + y\sin\alpha}{\lambda} - \frac{t+\theta}{\tau}\right)\sin\frac{2\pi y(\sin a - \sin\alpha)}{\lambda},$$

und zwar mit der Bestimmung, dafs α so gewählt zu denken sei, dafs d (sin α — sin α) ein Vielfaches von λ werde.

Mit dieser Umformung, welche sich als eine Zerfällung in zwei Wellensysteme betrachten läfst, deren Amplituden respective

$$\cos\frac{2\pi y(\sin a - \sin\alpha)}{\lambda}$$

und

$$\sin\frac{2\pi y(\sin a - \sin\alpha)}{\lambda}$$

sind, — scheinen folgende Zwecke verbunden worden zu sein. Einmal fällt die Bestimmung über den Werth von α mit der Bedingung zusammen, welche erfüllt sein mufs, wenn — unter der Voraussetzung, dafs vor und hinter dem Gitter das Medium dasselbe ist — die Intensität des unter dem Winkel α gebeugten Lichts ein Maximum zweiter Klasse erreichen soll[1]); und es wird also durch jene Zerlegung der Schwingungsausdruck in Beziehung zu denjenigen Richtungen gesetzt, welche die natürlichsten, einzig geeigneten für die Beobachtung des Polarisationszustandes des gebeugten Lichtes sind. Dafs aber gerade auf einzelne bestimmte Richtungen, und insbesondere auf die oben bezeichneten Richtungen Bezug genommen wird, motivirt sich noch dadurch, dafs zweitens die durch das Gitter partiell gehemmte Einfallswelle durch ungehemmte Wellen von gleicher Wirkung ersetzt werden sollte, dafs die zu substituirenden gleichgeltenden Wellen für verschieden gerichtete Beugungsstrahlen verschieden ausfallen und insbesondere für die hier herausgehobenen Beugungsrichtungen den einfachsten Ausdruck erhalten. Die oben namhaft gemachten Amplituden der beiden Wellen, in welche das Einfallslicht zerlegt worden ist, nehmen nämlich für diese Richtungen, d. h. für die Werthe von α, welche d (sin a — sin α) zu einem Vielfachen von λ machen, wiederholentlich denselben Werth an, so oft y um d wächst, so dafs sie für jede der Spalten des Gitters dieselben Werthe durchlaufen, und zwar ist das Mittel aus diesen durchlaufenen Werthen (für die $n$te Spalte z. B. das Mittel aus den Werthen, die zu $y = nd + \frac{1}{2}b$ bis zu $y = nd + \frac{1}{2}b$ gehören) respective

[1]) Siehe Radicke Optik II. 87.

$$\frac{1}{\partial}\int_{nd-\frac{1}{2}b}^{nd+\frac{1}{2}b} dy \cos\frac{2\pi y(\sin a - \sin\alpha)}{\lambda} = \frac{\lambda \sin\dfrac{\pi b(\sin a - \sin\alpha)}{\lambda}}{\pi\partial(\sin a - \sin\alpha)} = A,$$

$$\frac{1}{\partial}\int_{nd-\frac{1}{2}b}^{nd+\frac{1}{2}b} dy \sin\frac{2\pi y(\sin a - \sin\alpha)}{\lambda} = 0.$$

Da nun die Einfallswelle, soweit sie solchen Werthen von y entspricht, welche auf den folgenden Zwischenraum zwischen zwei Spalten fallen (also von $y = nd + \frac{1}{2}b$ bis $y = (n+1)d - \frac{1}{2}b$) der Voraussetzung nach wirkungslos ist, so sind auch A und O die Mittelwerthe der Amplituden für die ganze Strecke von $y = nd - \frac{1}{2}b$ bis $y = (n+1)d - \frac{1}{2}b$, d. h. für die Strecke von einer Spalte bis zur andern, und der Verfasser meinte dann, dafs sich daher wenigstens von einer gewissen Entfernung vom Gitter ab (das erste und zweite Medium immer noch identisch gedacht) durch Ausgleichung der Amplituden die erste Welle wie eine einfache Welle von der Amplitude A verhalte, während die zweite Welle von der mittleren Amplitude Null verschwinde, so dafs sich die Ausbeugung in der Einfallswelle (soweit sie auf das gebeugte Licht in den Maximis zweiter Klasse wirkt) vorgestellt denken lasse durch

$$(9) \quad . \quad . \quad \zeta = A \cos 2\pi\left(\frac{x\cos a + y\sin a}{\lambda} - \frac{t+\theta}{\tau}\right).$$

Das Bedenkliche hierbei ist nur, dafs bei der Bestimmung der mittleren Bewegung darüber fortgesehen ist, dafs nicht blofs die Amplituden, sondern auch die Phasen von y abhängig sind; denn die präsumirte Ausgleichung verlangt Gleichheit der Phasen. Nichtsdestoweniger kann die Formel in einzelnen Fällen (namentlich bei besonderen Gröfsenverhältnissen von b und λ) einen mehr oder weniger genähert richtigen Ausdruck darstellen.

Der dritte Zweck war wohl der erleichterte Uebergang zu dem mit Brechung verbundenen, gebeugten Lichte; denn indem für die durch das beugende Gitter gehemmte Welle eine ungehemmte, für äquivalent gehaltene eingeführt wurde, war das Problem auf ein reines Brechungsproblem zurückgeführt [1]). Der

[1]) Die äquivalente Bewegung (9) soll sich zwar erst der obigen Vorstellung zufolge eine kleine Strecke hinter dem Schirm vollführen, also an Stellen, wo jetzt nicht mehr das alte, sondern

Ausdruck (9) zeigt nun, dafs in der substituirten Welle für $x = 0$, d. h. in der Grenzfläche, die Bewegung zusammenfällt mit der Bewegung in einer unter dem Winkel α einfallenden Welle, und daher hängt die Richtung des gebrochenen Beugungsstrahls (entsprechend der hellsten Stelle der beobachteten Spectra zweiter Klasse) nach dem Cartesischen Gesetz mit diesem Winkel α zusammen; denn in der That, wenn man die im ersten und zweiten Mittel erregten Wellen nur wieder als ebene voraussetzt, also für sie respective

$$\zeta_{,} = A_{,} \cos 2\pi\left(\frac{x \cos \alpha_{,} + y \sin \alpha_{,}}{\lambda_{,}} - \frac{t + \theta_{,}}{\tau'}\right)$$

$$\zeta' = A' \cos 2\pi\left(\frac{x \cos \alpha' + y \sin \alpha'}{\lambda'} - \frac{t + \theta'}{\tau'}\right)$$

nimmt, so bleibt die erste Bedingungsgleichung der Continuität, d. h. $\zeta + \zeta_{,} = \zeta'$, da in ihr nur die in der Grenzfläche stattfindenden Bewegungen vorkommen, dieselbe, mag man das ζ dem Ausdruck (9), oder dem Schwingungsausdruck für eine unter dem Winkel α einfallende Welle entnehmen, womit denn auch die Folgerungen aus dieser Gleichung, nämlich

$$\tau = \tau_{,} = \tau', \quad \lambda = \lambda_{,}, \quad \frac{\sin \alpha}{\lambda} = \frac{\sin \alpha_{,}}{\lambda} = \frac{\sin \alpha'}{\lambda'}$$

(und somit auch $\alpha_{,} = 180 - \alpha$) bestehen bleiben.

Dagegen werden die Amplitudenverhältnisse anders, wie bei der Incidenz einer ebenen Welle unter dem Winkel α, weil das erste Glied $\frac{d\zeta}{dx}$ der zweiten Continuitätsgleichung, d. h. der Gleichung

$$\frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\zeta_{,}}{dx} = \frac{d\zeta'}{dx},$$

ein neues Mittel sich befindet, und kommt also in Wirklichkeit nicht zu Stande; allein man braucht wohl keinen grofsen Anstand zu nehmen, den von der gehemmten Welle erstrebten Bewegungszustand zu anticipiren, und sonach zu präsumiren, dafs es keinen merklichen Unterschied mache, ob die Partialbewegungen (die den Einzelwerthen von y entsprechen) sich zuerst mischen und dann die aus der Mischung hervorgehenden Bewegungen durch die Brechung sich modificiren, oder ob die Partialbewegungen zuerst durch die Brechung sich modificiren, und nachher in dem zweiten Mittel sich mischen.

hier einen abweichenden Werth erhält. In der That findet man durch Combination der aus den beiden Continuitätsgleichungen folgenden Relationen

$$A\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix}s\theta + A_{,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix}s\theta_{,} = A'\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix}s\theta',$$

$$A\frac{\cos a}{\lambda}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix}s\theta - A_{,}\frac{\cos \alpha}{\lambda}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix}s\theta_{,} = A'\frac{\cos \alpha'}{\lambda'}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix}s\theta',$$

zunächst $\theta = \theta_{,} = \theta'$ und dann

$$(10)\quad \ldots \quad \begin{cases} A_{,} = A\dfrac{\cos a \sin \alpha' - \sin \alpha \cos \alpha'}{\sin(\alpha+\alpha')}, \\[2ex] A' = A\dfrac{(\cos a + \cos \alpha)\sin \alpha'}{\sin(\alpha+\alpha')}. \end{cases}$$

Wie man sieht, hängt die Zulässigkeit dieses Resultats von der Zulässigkeit der Gleichung (9) ab, die allerdings, wie oben bemerkt wurde, noch in Frage gestellt werden kann, und derselbe Ausspruch gilt für den folgenden Fall, da auch in ihm auf die Gleichung (9) recurrirt wird.

2) Geschehen die Schwingungen in der Einfallsebene, so hat man für das einfallende Licht

$$\begin{bmatrix}\xi\\ \eta\end{bmatrix} = \cos 2\pi\left(\frac{x\cos a + y\sin a}{\lambda} - \frac{t+\theta}{\tau}\right)\begin{bmatrix}\sin \alpha\\ -\cos \alpha\end{bmatrix},$$

worin aus denselben Gründen wie oben, mit der Bedingung, dafs $d(\sin a - \sin \alpha)$ ein Vielfaches von λ sei, für

$$\cos 2\pi\left(\frac{x\cos a + y\sin a}{\lambda} - \frac{t+\theta}{\tau}\right)$$

als mittlerer Werth

$$A\cos 2\pi\left(\frac{x\cos \alpha + y\sin \alpha}{\lambda} - \frac{t+\theta}{\tau}\right)$$

gesetzt wird.

Die jetzt zur Sprache kommenden vier Bedingungen der Continuität geben darnach zunächst

$$\tau = \tau_{,} = \tau' = \tau_{,,} = \tau'', \quad \lambda_{,} = \lambda,$$

$$\frac{\sin \alpha}{\lambda} = \frac{\sin \alpha_{,}}{\lambda} = \frac{\sin \alpha'}{\lambda'} = \frac{\sin \alpha_{,,}}{\lambda_{,,}} = \frac{\sin \alpha''}{\lambda''},$$

und sodann

$$A\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta \sin a + A_{,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,} \sin\alpha_{,} + A_{,,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,,} \cos\alpha_{,,}$$
$$= A'\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta' \sin\alpha' + A''\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta'' \cos\alpha'',$$

$$A\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta \cos a - A_{,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,} \cos\alpha - A_{,,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,,} \sin\alpha_{,,}$$
$$= A'\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta' \cos\alpha' - A''\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta'' \sin\alpha'',$$

$$A\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta \frac{\cos a \sin a}{\lambda} - A_{,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,} \frac{\cos\alpha \sin\alpha}{\lambda}$$
$$+ A_{,,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,,} \frac{\cos^2\alpha_{,,}}{\lambda_{,,}}$$
$$= A'\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta' \frac{\cos\alpha' \sin\alpha'}{\lambda'} + A''\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta'' \frac{\cos^2\alpha''}{\lambda''},$$

$$A\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta \frac{\cos^2 a}{\lambda} + A_{,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,} \frac{\cos^2\alpha}{\lambda}$$
$$- A_{,,}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,,} \frac{\cos\alpha_{,,} \sin\alpha_{,,}}{\lambda_{,,}}$$
$$= A'\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta' \frac{\cos^2\alpha'}{\lambda'} - A''\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta'' \frac{\cos\alpha'' \sin\alpha''}{\lambda''}.$$

Hieraus folgt, wenn die mit $\frac{\sin\alpha}{\lambda}$ multiplicirte erste Gleichung zur vierten addirt, und die mit $\frac{\sin\alpha}{\lambda}$ multiplicirte zweite Gleichung von der dritten subtrahirt wird, respective

$$\frac{A}{\lambda}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta\left[1 - (\sin a - \sin\alpha)\sin a\right] + \frac{A_{,}}{\lambda_{,}}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,} = \frac{A'}{\lambda'}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta',$$
$$\frac{A}{\lambda}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta \cos a(\sin a - \sin\alpha) + \frac{A_{,,}}{\lambda_{,,}}\begin{bmatrix}\cos\\ \sin\end{bmatrix} s\theta_{,,} = \frac{A''}{\lambda''}\begin{bmatrix}\sin\\ \cos\end{bmatrix} s\theta'',$$

und diese Gleichungen endlich geben mit den ersten beiden der obigen,

$$A'\frac{\sin(\alpha+\alpha')\cos(\alpha'-\alpha+\alpha_{,,}+\alpha'')}{(\cos a+\cos\alpha)\sin\alpha'\cos(\alpha_{,,}+\alpha'')} = A\Big[1 + \operatorname{tg}\frac{\alpha-a}{2}\sin a\cos\alpha$$
$$+\frac{\cos a\sin\alpha_{,,}\sin\alpha''}{\sin\alpha\cos(\alpha_{,,}+\alpha'')} - \operatorname{tg}(\alpha_{,,}+\alpha'')\operatorname{tg}\frac{\alpha-a}{2}(1+\sin\alpha\sin a)\Big].$$

Diese Formel bedarf aber noch wegen des Imaginär-Seins von $\sin\alpha_{,,}$ und $\sin\alpha''$ einer Umgestaltung. Setzt man wie bei der reinen Brechung

$$\lambda_{\prime\prime} = \frac{l_{\prime\prime}}{\sqrt{-1}} \quad \text{und } \lambda'' = \frac{l''}{\sqrt{-1}},$$

so erhält man nach dem, in dem Vorhergehenden schon mehrfach angewendeten Verfahren, wenn p und $\operatorname{tg}\varphi$ die frühere Bedeutung haben, und J^2 die Intensität des gebeugten Strahls vorstellt,

$$\frac{J^2 \sin^2(\alpha'+\alpha)\cos^2(\alpha-\alpha')}{A^2\sin^2\alpha'\cos^2\varphi\cos(a+\cos\alpha)^2} = \left(1+\cos\alpha\sin a \operatorname{tg}\frac{\alpha-a}{2}\right.$$
$$\left.+\cos a\sin\alpha\operatorname{tg}\frac{\alpha-a}{2}\frac{l_{\prime\prime}l''}{\lambda^2}\sqrt{1-p^2}\right)^2 + p^2\operatorname{tg}^2\left(\frac{\alpha-a}{2}\right)(1+\sin\alpha\sin a)^2.$$

Die Phasenänderung wird dabei $\varphi-\chi$, wo χ bestimmt ist durch

$$\operatorname{tg}\chi = \frac{p(1+\sin\alpha\sin a)}{\cot\frac{\alpha-a}{2}+\sin a\cos\alpha+\cos a\sin\alpha\frac{l_{\prime\prime}l''}{\lambda^2}\sqrt{1-p^2}}.$$

Vernachlässigt man das, nach Jamin's Versuchen, namentlich für Glas sehr kleine p, so wird die Phasenänderung Null und die Intensität bestimmt sich durch

$$(11)\quad \frac{J\sin(\alpha'+\alpha)\cos(\alpha-\alpha')}{A\sin\alpha'(\cos a+\cos\alpha)} = 1+\cos a\sin\alpha\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha-a}{2}\right)\frac{l_{\prime\prime}l''}{\lambda^2}$$
$$+\cos\alpha\sin\alpha\operatorname{tg}\frac{\alpha-a}{2}.$$

Demnach wird dann das Verhältniſs der Amplitude des in der Einfallsebene schwingenden zu der des senkrecht darauf schwingenden Lichtes

$$(12)\quad \frac{J}{A'} = \frac{1+\cos\alpha\sin a\operatorname{tg}\frac{\alpha-a}{2}+\cos a\sin\alpha\operatorname{tg}\frac{\alpha-a}{2}\frac{l_{\prime\prime}l''}{\lambda^2}}{\cos(\alpha-\alpha')},$$

(unter λ die Wellenlänge im Glase verstanden).

Für senkrecht einfallendes Licht, also für $a=0$, hat man daher

$$\frac{J}{A'} = \frac{1+2\sin^2\frac{\alpha}{2}\frac{l_{\prime\prime}l''}{\lambda^2}}{\cos(a-\alpha')},$$

und folglich, wenn γ und γ' die Winkel bedeuten, welche die Beugungsebene respective mit den Schwingungen des einfallenden und des gebeugten Lichtes bildet,

$$(13)\quad .\ .\ .\ .\quad \operatorname{tg}\gamma' = \operatorname{tg}\gamma\frac{\cos(\alpha-\alpha')}{1+2\sin^2\frac{\alpha}{2}\frac{l_{\prime\prime}l''}{\lambda^2}},$$

welche Formel (s. p. 178 (2)) durch ihre Uebereinstimmung mit den Holtzmann'schen Beobachtungen sich bewährt hat.

Hieran knüpft der Verfasser die Bemerkung, dafs die hier behandelten Beugungsversuche trotz ihrer geringeren Schärfe geeigneter seien zur Erforschung der Natur der Longitudinalwellen, als die Reflexionsversuche — weil der Einflufs der longitudinalen Schwingungen auf das gebeugte Licht weit bedeutender sei, als auf das reflectirte. Namentlich gäben sie z. B. entschieden zu erkennen, dafs die Voraussetzung, $\lambda_{\prime\prime}$ und λ'' seien reell und von bedeutender Gröfse, unannehmbar sei, indem die unter dieser Voraussetzung sich in

$$\operatorname{tg}\gamma' = \operatorname{tg}\gamma \frac{\cos(\alpha-\alpha')}{2\sin^2\frac{\alpha}{2}\frac{\lambda_{\prime\prime}\lambda''}{\lambda^2}-1}$$

umwandelnde Formel sich mit den Holtzmann'schen Messungen nicht vertrage, und dafs daher $\lambda_{\prime\prime}$ und λ'' nicht anders als imaginär gedacht werden könnten.

C. Metallreflexion.

Die Ableitung der Formeln für die Metallreflexion, welche Cauchy, ohne den Beweis mitzutheilen, gegeben hat, entwickelt Hr. Eisenlohr, wie folgt.

Davon ausgehend, dafs in den Metallen die Schwingungen beim Fortschreiten in geometrischer Progression abnehmen, kann man, wenn ϱ die Entfernung des schwingenden Theilchens von einer Anfangswelle bedeutet, die Verschiebung durch

$$A\cos u(\varrho-r)\,e^{-v\varrho}$$

vorstellen, oder wenn man auf das allgemeinere imaginäre Integral zuürckgeht, die sogenannte symbolische Verschiebung durch

$$Ae^{(u+v\sqrt{-1})(\varrho-r)\sqrt{-1}}$$

oder

$$(14) \quad \ldots\ldots \quad Ae^{\left(\frac{2\pi}{\lambda}(\varrho-r)\Theta e^{\varepsilon\sqrt{-1}}\right)\sqrt{-1}}$$

bezeichnen. Hierin ist λ die Wellenlänge in der Luft, und $\Theta\cos\varepsilon$ und $\Theta\sin\varepsilon$ repräsentiren für eine unter senkrechter Incidenz in das Mittel eingedrungene Welle respective das Fortpflanzungsgeschwindigkeitsverhältnifs in Luft und Metall, und den Absorptionscoefficienten.

Da der Ausdruck (14) in den für Transversalwellen in durchsichtigen Mitteln übergeht, sobald man für $\Theta e^{\varepsilon\sqrt{-1}}$ das Brechungsverhältnifs $\frac{\lambda}{\lambda'}$ setzt, so lassen sich hier die Reflexions- und Brechungsformeln für durchsichtige Mittel benutzen, indem man in diesen $\frac{\lambda}{\lambda'}$ mit $\Theta e^{\varepsilon\sqrt{-1}}$ vertauscht, und aus den hierdurch entstehenden imaginär werdenden Gleichungen nach der schon mehrfach gebrauchten Methode die reellen Gleichungen herleitet, welche die gestellte Aufgabe lösen.

Erfolgen 1) die Schwingungen senkrecht zur Einfallsebene, so hat man hier zunächst in der alten Formel für das reflectirte Licht

$$\zeta_{i} = \frac{\sin(\alpha'-\alpha)}{\sin(\alpha'+\alpha)}\cos 2\pi\left(\frac{-x\cos\alpha+y\sin\alpha}{\lambda}-\frac{t+\theta}{\tau}\right)$$

$$\sin\alpha'\left(\text{d. h. }\sin\alpha\frac{\lambda'}{\lambda}\right)$$

zu ersetzen durch

$$\frac{\sin\alpha}{\Theta}e^{-\varepsilon\sqrt{-1}},$$

und demnach $\cos\alpha'$ durch

$$\sqrt{\left(1-\frac{\sin^2\alpha\, e^{-2\varepsilon\sqrt{-1}}}{\Theta^2}\right)}$$

oder

$$ce^{u\sqrt{-1}},$$

wenn

$$c^2\cos 2u = 1-\frac{\sin^2\alpha\cos 2\varepsilon}{\Theta^2},\quad c^2\sin 2u = \frac{\sin^2\alpha\sin 2\varepsilon}{\Theta^2},$$

also

$$\cot(2u+\varepsilon) = \cot\varepsilon\cos 2\,\mathrm{arc\,tg}\frac{\sin\alpha}{\Theta}$$

genommen wird. Bezeichnet man alsdann den durch die Substitution dieser Werthe von $\sin\alpha'$ und $\cos\alpha'$ in die Amplitude $\frac{\sin(\alpha'-\alpha)}{\sin(\alpha'+\alpha)}$ entstehenden Ausdruck durch m, und wenn m in der Form $a+b\sqrt{-1}$ dargestellt gedacht wird, den Werth von $a-b\sqrt{-1}$ durch μ, so hat man

$$m = \frac{1-\frac{c\Theta}{\cos\alpha}e^{(\varepsilon+u)\sqrt{-1}}}{1+\frac{c\Theta}{\cos\alpha}e^{(\varepsilon+u)\sqrt{-1}}},\qquad \mu = \frac{1-\frac{c\Theta}{\cos\alpha}e^{-(\varepsilon+u)\sqrt{-1}}}{1+\frac{c\Theta}{\cos\alpha}e^{-(\varepsilon+u)\sqrt{-1}}}$$

und folglich, wenn J^2 die Intensität des reflectirten Lichts bedeutet, $J^2 = m\mu$, oder $J^2 = \operatorname{tg}(f-45)$ setzend,

$$\cot f = \cos(\varepsilon + u) \sin 2 \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\cos\alpha}{c\Theta}.$$

Ist endlich δ die Phasenänderung, so ergiebt sich dabei

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{m-\mu}{(m+\mu)\sqrt{-1}} = \sin(\varepsilon + u) \operatorname{tg} 2 \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\cos\alpha}{c\Theta}.$$

Geschehen 2) die Schwingungen in der Einfallsebene, so hat man ebenso mit den für diesen Fall geltenden Formeln für durchsichtige Mittel zu verfahren. Läfst man dabei mit Cauchy die longitudinalen Schwingungen aufser Acht, da dieselben schon bei durchsichtigen Mitteln von geringem Einflufs sind, also wahrscheinlich hier noch weniger auf die Transversalbewegungen einwirken dürften; so erhält man, demgemäfs in den Formeln (8) $p = 0$ und folglich auch $\varphi = 0$ und $\psi = 0$ setzend, da sodann

$$\frac{\sin\varphi}{\sin\psi} = \frac{\operatorname{tg}(\alpha - \alpha')}{\operatorname{tg}(\alpha + \alpha')}$$

wird,

$$\begin{bmatrix}\xi_i\\ \eta_i\end{bmatrix} = \frac{\operatorname{tg}(\alpha-\alpha')}{\operatorname{tg}(\alpha+\alpha')} \cos 2\pi\left(\frac{-x\cos\alpha + y\sin\alpha}{\lambda} - \frac{t+\theta}{\tau}\right)\begin{bmatrix}\cos\alpha\\ \sin\alpha\end{bmatrix}.$$

Durch Einführung der obigen Werthe von $\sin\alpha'$ und $\cos\alpha'$ werden dann die dem vorherigen m und μ entsprechenden Werthe

$$\frac{1 - \frac{\Theta\cos\alpha}{c} e^{(\varepsilon-u)\sqrt{-1}}}{1 + \frac{\Theta\cos\alpha}{c} e^{(\varepsilon-u)\sqrt{-1}}} = m,$$

$$\frac{1 - \frac{\Theta\cos\alpha}{c} e^{-(\varepsilon-u)\sqrt{-1}}}{1 + \frac{\Theta\cos\alpha}{c} e^{-(\varepsilon-u)\sqrt{-1}}} = \mu;$$

und man erhält, wenn man die Intensität $J'^2 (= \mu m) = \operatorname{tg}(g-45)$ und die Phasenänderung gleich δ' setzt,

$$\cot g = \cos(\varepsilon - u) \sin 2 \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{c}{\Theta\cos\alpha}$$

$$\operatorname{tg}\delta' = \frac{m-\mu}{(m+\mu)\sqrt{-1}} = \sin(2-u) \operatorname{tg} 2 \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{c}{\Theta\cos\alpha},$$

welche Formeln genau in die Cauchy'schen übergehen, wenn man v für $\varepsilon + u$ und U für $c\Theta$ setzt.

Das Verhältnifs der Amplituden J' und J der beiden Lichtantheile leitete der Verfasser, um die Berechnung möglichst bequem zu haben, direct aus dem Amplitudenverhältnifs für durchsichtige Mittel, d. h. aus $\frac{\cos(\alpha'+\alpha)}{\cos(\alpha'-\alpha)}$ her, indem er darin $\Theta e^{\varepsilon\sqrt{-1}}$ für $\frac{\lambda}{\lambda'}$ setzt. Es wird dabei

$$m = \frac{1 - \frac{\sin^2\alpha}{c\Theta\cos\alpha}\, e^{-(\varepsilon+u)\sqrt{-1}}}{1 + \frac{\sin^2\alpha}{c\Theta\cos\alpha}\, e^{-(\varepsilon+u)\sqrt{-1}}},$$

während μ aus m entsteht, indem man $\sqrt{-1}$ mit $-\sqrt{-1}$ vertauscht, und dann $\frac{J'^2}{J^2} = \mu m$; der Phasenunterschied $\delta'-\delta$ dagegen findet sich aus

$$\operatorname{tg}(\delta'-\delta) = \frac{m-\mu}{(m+\mu)\sqrt{-1}}.$$

Setzt man $\frac{J'}{J} = \operatorname{tg} h$, so wird demzufolge schliefslich

$$\cos 2h = \cos(\varepsilon+u)\sin 2\operatorname{arc\,tg}\frac{\sin^2\alpha}{c\Theta\cos\alpha}$$

$$\operatorname{tg}(\delta'-\delta) = \sin(\varepsilon+u)\operatorname{tg} 2\operatorname{arc\,tg}\frac{\sin^2\alpha}{c\Theta\cos\alpha}.$$

Zur Bestimmung der Elemente Θ und ε, oder was auf eins hinauskommt, des Brechungsverhältnisses $\Theta\cos\varepsilon$ und des Absorptionscoefficienten $\Theta\sin\varepsilon$ für die verschiedenen Farben des Spectrums in den von Jamin untersuchten Metallen hat Hr. Eisenlohr diejenigen Beobachtungen desselben[1]) benutzt, welche sich auf das Azimuth der wiederhergestellten linearen Polarisation nach der Reflexion unter dem Haupteinfallswinkel (d. h. dem Einfallswinkel, bei welchem der Gangunterschied $\delta'-\delta = \frac{1}{2}\pi$ wird) und bei dem Azimuthe 45° des Einfallslichtes, beziehen. Wird der Haupteinfallswinkel durch (α), jenes Azimuth (welches dem zugehörigen Werthe des obigen h gleich ist) durch (h) bezeichnet, so hat man nämlich

$$c\Theta = \sin(\alpha)\operatorname{tg}(\alpha)(\varepsilon+u) = 2(h),$$

$$\frac{\operatorname{tg}(\varepsilon-u)}{\operatorname{tg}(\varepsilon+u)} = \frac{\sin 2\varepsilon - \sin 2u}{\sin 2\varepsilon + \sin 2u} = \frac{c^2\Theta^2 - \sin^2(\alpha)}{c^2\Theta^2 + \sin^2(\alpha)} = -\cos 2(\alpha),$$

[1]) Pogg. Ann. LXXIV. 528.

und nachdem hieraus ε und u berechnet, erhält man

$$\Theta = \sin(\alpha)\sqrt{\frac{\sin 2(\varepsilon+u)}{\sin 2u}} = \mathrm{tg}(\alpha)\sqrt{\frac{\cos(\varepsilon+u)}{\cos(\varepsilon-u)}}.$$

Die gefundenen Werthe von ε und Θ finden sich auf p. 375 in einer Tabelle zusammengestellt, und bestätigen die schon von Cauchy gemachte Bemerkung, dafs die Brechungsverhältnisse der Metalle (das $\Theta\cos\varepsilon$) mit der Wellenlänge abnehmen, also sich entgegengesetzt verhalten, wie bei den durchsichtigen Mitteln.

Die von Jamin bei anderen Einfallswinkeln angestellten Beobachtungen [1]) gaben Hrn. Eisenlohr bei der Vergleichung mit den obigen Formeln eine weniger genaue Uebereinstimmung, wie die bei den Beobachtungen an durchsichtigen Mitteln, und bemerkte derselbe hierzu, dafs die gröfseren Differenzen vielleicht daher kämen, dafs die Versuche bei weifsem Licht angestellt worden seien, und die Werthe von Θ und ε mit der Farbe oft stark variiren, so dafs kleine Fehler stärkere Abweichungen in den Resultaten hervorzubringen vermöchten; dafs jedoch eine weitere Prüfung der Formeln durch Versuche bei homogenem Licht wünschenswerth sei, um darüber zu entscheiden, ob die oben gemachte Unterstellung, dafs der Einflufs der longitudinalen Schwingungen nur unbedeutend sei, sich rechtfertige, oder ob man zur Gewinnung einer genügenden Annäherung denselben in der Rechnung zu berücksichtigen habe. *Rd.*

J. Bridge. On the diffraction of light. Phil. Mag. (4) XVI. 321; Ann. d. chim. LVIII. 112-116.

Der Verfasser giebt hier die mathematische Theorie der Beugungserscheinungen, und zwar derjenigen Art derselben, welche Schwerd in seinem bekannten Werke behandelt hatte. Es wird also das Licht aus unendlicher Ferne auf den Beugungsschirm fallend vorausgesetzt und das Bild auf der Netzhaut des unbewaffneten Auges oder im Focus eines Fernrohrobjectivs betrachtet. Die Behandlung des Gegenstandes unterscheidet sich von der Schwerd'schen nur dadurch, dafs er bei den Beugungsbildern

[1]) Pogg. Ann. E. II. 437.

einfacher Oeffnungen statt der mit jeder Oeffnungsform im Allgemeinen sich anders gestaltenden endlichen Summation eine Integration anwendet, was ihn in den Stand setzt, aus den Integralausdrücken vor der Specialisirung der Oeffnungsform, also vor der Ausführung der Integration eine Reihe allgemeiner Schlüsse über die Beschaffenheit des Bildes zu ziehen, und 2) dafs er die Erscheinungen für mehrfache Oeffnungen nach einem besonderen, einfachen Princip aus der Formel für einfache Oeffnungen herleitet. Auch dies Princip ist, wenn auch nicht in vollen Allgemeinheit, schon im Schwerd enthalten; es ist daselbst freilich nicht wörtlich ausgesprochen, läfst sich aber aus den Formeln und zwar für ziemlich umfassende Fälle unmittelbar ablesen.

Die gedachte Integralformel für die Ausweichung in einem Punkte des Beugungsbildes einer einfachen Oeffnung, welche man sich leicht wird herstellen können, ist

$$(1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \int y \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - \alpha x)\, dx,$$

wo als Axe der x die Gerade genommen ist, in welcher die Ebene des Beugungsschirms von der Beugungsebene (der Ebene zwischen einfallendem und gebeugtem Strahl) geschnitten wird, wo ferner α der Beugungswinkel und y die Breite der Oeffnung in der auf der x-Axe senkrechten Richtung in der Entfernung x bedeutet. Die Intensität an der betreffenden Stelle ist dann $A^2 + B^2$, wo

$$(2) \quad A = \int y \cos \frac{2\pi\alpha x}{\lambda}\, dx, \qquad B = -\int y \sin \frac{2\pi\alpha x}{\lambda}\, dx.$$

Hieraus lassen sich nun schon sofort folgende Schlüsse ziehen.

1) Das Beugungsbild bleibt in der Richtung der x Axe ungeändert, wenn man die Oeffnung mit einer anderen vertauscht, welche dadurch entsteht, dafs man die sämmtlichen y in ihrer Längsrichtung verschiebt, oder alle y mit demselben Factor multiplicirt. Im ersten Falle bleibt, wie man sieht, die Intensität vollkommen dieselbe; im zweiten Falle behalten wenigstens die Maxima und Minima ihre Stelle. — Daher haben z. B. dreieckige Oeffnungen von gleicher Höhe, aber von gleicher oder ungleicher Basis in der mit der Höhe parallelen Richtung Uebereinstimmung in der Grenze der Beugungsspectra.

2) Da sich A^2+B^2 mit dem Zeichen von α nicht ändert, so ist in jeglicher durch das Centrum des Bildes gehenden Richtung in gleicher Entfernung zu beiden Seiten des Centrums die Intensität dieselbe.

3) Aehnliche Oeffnungen geben ähnliche Beugungsbilder, deren Dimensionen sich aber umgekehrt verhalten, wie die Dimensionen der Oeffnungen.

Wird nämlich x und y mit einer Constanten multiplicirt, und α durch dieselbe dividirt, so ändern sich A und B nicht weiter als dadurch, dafs sie eben diese Constante als Factor erhalten.

4) Wenn die Werthe von y zu beiden Seiten der x Axe gleich vertheilt sind, so wird $B = 0$, und A gleich dem Doppelten des Werthes, welcher dem auf der einen Seite der Axe liegenden Theil der Oeffnung allein entspricht.

5) Wenn die Oeffnung parallel mit sich verrückt wird, dergestalt dafs die Werthe von x um ξ wachsen, so gehen A und B über respective in

$$A \cos \frac{2\pi\alpha\xi}{\lambda} + B \sin \frac{2\pi\alpha\xi}{\lambda},$$

$$B \cos \frac{2\pi\alpha\xi}{\lambda} - A \sin \frac{2\pi\alpha\xi}{\lambda}.$$

Was die Integrationen in A und B anlangt, so lassen sich diese, wenn die Oeffnung eine geradlinige Begrenzung hat, jederzeit zurückführen auf die Fälle, wo die Oeffnung ein Parallelogramm oder ein Dreieck ist, deren Basis in der y Axe liegt.

Der Verfasser hat daher unter andern vornämlich die Integration für diese zwei Fälle ausgeführt.

Für ein Parallelogramm von der Höhe h und der Basis b ergiebt sich (in der auf der Basis senkrechten Richtung)

$$A = \frac{b\lambda}{2\pi\alpha} \sin \frac{2\pi\alpha h}{\lambda},$$

$$B = -\frac{bA}{2\pi\alpha}\left(1 - \cos \frac{2\pi\alpha h}{\lambda}\right),$$

$$A^2+B^2 = \frac{b^2\lambda^2}{4\pi^2\alpha^2} \sin^2 \frac{\pi\alpha h}{\lambda};$$

für ein Dreieck von der Höhe h und der Basis b (in der auf der Basis senkrechten Richtung)

$$A = \frac{\lambda^2 b}{4\pi^2\alpha^2 h}\left(1 - \cos\frac{2\pi\alpha h}{\lambda}\right),$$

$$B = \frac{\lambda^2 b}{4\pi^2\alpha^2 h}\sin\frac{2\pi\alpha h}{\lambda} - \frac{\lambda b}{2\pi\alpha},$$

$$A^2 + B^2 = \frac{\lambda^2 b^2}{4\pi^2\alpha^2}\left(1 - \frac{\lambda}{\pi\alpha h}\sin\frac{2\pi\alpha h}{\lambda} + \frac{\lambda^2}{\pi^2\alpha^2 h^2}\sin^2\frac{\pi\alpha h}{\lambda}\right).$$

Auch zur Bestimmung des Beugungsbildes einer von Kegelschnitten begrenzten Oeffnung genügt das Vorstehende.

Ist z. B. die Oeffnung eine Ellipse, so zeigt das Bild eine Reihe von Ellipsen, die jener ähnlich, aber um 90° gedreht sind. Denkt man nämlich alle zu einer beliebigen Geraden senkrechte Sehnen in ihrer Richtung so weit verschoben, bis ihre Mitte in diese Gerade fällt, und ändert alsdann die Länge der Sehnen in demjenigen Verhältnifs ab, welches die neue Ellipse in einen Kreis verwandelt, dessen Radius der Abstand des Centrums von der mit der Sehne parallelen Tangente ist — so bleibt nach der Folgerung No. 1 die Lage der Maxima und Minima des Beugungsbildes in der auf den Sehnen senkrechten Focallinie ungeändert. Bringt man nun das Sehnensystem durch Drehung allmälig in alle mögliche Richtungen, so erhält man die Maxima und Minima in allen (auf den successiven Sehnenlagen senkrechten) Richtungen entsprechend den zu substituirenden Kreisöffnungen, deren Radien durch den respectiven Tangentenabstand gemessen werden. Da nun Kreise ähnliche Figuren sind, in deren Beugungsfiguren nach der Folgerung No. 3 die Abstände der Maxima und Minima von der Mitte in umgekehrtem Verhältnifs zu den Radien stehen, so wird die totale Beugungsfigur in der That aus concentrischen Ellipsen bestehen, welche der die Oeffnung begrenzenden Ellipse ähnlich, aber um einen rechten Winkel gedreht sind.

Durch dieselbe Betrachtungsweise findet sich die Beugungsfigur einer ringförmigen, durch zwei concentrische ähnliche Ellipsen begrenzten Oeffnung, indem man die Wirkung auf die Vertheilung der Maxima und Minima in irgend welcher radialen Richtung auf die Wirkung von kreisförmigen Ringen reducirt, als concentrische elliptische Streifen, die in ihrer Form der Oeffnung ähnlich, aber um 90° gewendet sind.

Ist die Oeffnung von einer Hyperbel oder von zwei concentrischen ähnlichen Hyperbeln begrenzt, so hat man nur zur Bestimmung der Beugungsfigur statt der obigen Kreise oder Kreisringe — eine, respective ein Paar gleichseitige Hyperbeln als Vermittlungsfigur zu construiren, um auf den Schlufs zu kommen, dafs das Bild aus einer Reihe hyperbolischer Streifen bestehen müsse, deren Asymptoten auf denen der Oeffnung senkrecht stehen.

Eine entsprechende Betrachtung giebt für eine Oeffnung, die von zwei gleichen, um dieselbe Axe beschriebenen Parabeln begrenzt ist — eine Reihe paralleler, geradliniger Streifen als Beugungsbild.

Das Princip nun ferner, aus welchem sich die Beugungsbilder mehrerer gleicher Oeffnungen aus dem einer einzigen Oeffnung herleiten lassen, ist folgendes.

Die Intensität an jedweder Stelle des Beugungsbildes eines Systems gleicher Oeffnungen ist gleich dem Product aus der Intensität des von einer einzigen der Oeffnungen entspringenden Bildes und der Intensität, welches ein System von ebenso angeordneten Punkten geben würde.

Bezeichnen nämlich A' und B' die Schwingungscomponenten des fraglichen Beugungsbildes an irgend einer Stelle, und A und B dieselben in dem Beugungsbilde einer einzigen der Oeffnungen an eben dieser Stelle, so hat man nach der Folgerung No. 5

$$A' = A(1 + c_1 + c_2 + \cdots) + B(s_1 + s_2 + \cdots)$$
$$B' = B(1 + c_1 + c_2 + \cdots) - A(s_1 + s_2 + \cdots),$$

wo $c_1, c_2 \cdots$ die Cosinus, $s_1, s_2 \cdots$ die Sinus gewisser Winkel bedeuten. Da nun hieraus

$$A'^2 + B'^2 = (A^2 + B^2)[(1 + c_1 + c_2 + \cdots)^2 + (s_1 + s_2 + \cdots)^2]$$

folgt, und

$$1 + c_1 + c_2 + \cdots \quad \text{und} \quad s_1 + s_2 + \cdots$$

die Werthe der Componenten A und B für den Fall von Punkten sind, so zeigt diese Gleichung in der That die Richtigkeit des angeführten Princips.

Man kann die Gültigkeit des Princips aber auch auf folgende Betrachtung gründen.

Die Aetherverschiebung in irgend einem gegebenen Punkte

des Beugungsbildes, herrührend von irgend einem Punkte der einen Oeffnung in Verbindung mit den correspondirenden Punkten der übrigen Oeffnungen, erhält man offenbar, wenn man die Verschiebung, welche von dem Punkte der einen Oeffnung stammt, mit einem bestimmten constanten Factor multiplicirt, der von der Anordnung der Oeffnungen abhängt. Die Gesammtwirkung aller vollen Oeffnungen, d. h. die Summe der Verschiebungen, stammend aus allen Punkten aller Oeffnungen, gewinnt man daher, wenn man die Verschiebungssumme, entspringend von der ganzen ersten Oeffnung mit eben jenem von der Anordnung der Oeffnungen abhängigen Factor multiplicirt. Dieser Factor drückt aber nichts anderes aus als die Verschiebung, welche die je auf einen Punkt (von der Intensität Eins) reducirten Oeffnungen hervorbringen würden, oder was dasselbe ist: man gewinnt die Intensität an jeder Stelle des Beugungsbildes, wenn man die von einer Oeffnung kommende Intensität mit der von allen auf Punkte reducirten Oeffnungen multiplicirt.

Handelt es sich insbesondere um gleich weit von einander entfernte Parallelreihen von gleich weit von einander entfernten Punkten, und nennt man a, a', a'', ... die Punkte der ersten Reihe, b, b', b'', ... die der zweiten, c, c', c'' .... die der dritten Reihe etc., so werden nach No. 1 und 3 in den Richtungen, die auf den Verbindungslinien aa', ab', ac', ... senkrecht sind, die Entfernungen der Maxima von der Mitte aus sich umgekehrt verhalten, wie die Entfernungen der correspondirenden Reihen, d. h. umgekehrt, wie die Entfernungen zwischen aa' und bb', zwischen ab' und bc', zwischen ac' und bd' etc. Es sind aber die Producte aus dem Abstand zweier auf einander folgender Punkte einer Reihe mit dem Abstand von der nächsten Reihe durchweg von gleichem Werth, weil sie den Flächeninhalt gleicher Parallelogramme vorstellen; mithin ist ersichtlich, dafs die Anordnung der Maxima im Beugungsbilde der Anordnung der Schirmöffnungen ähnlich sein mufs, mit dem Unterschiede, dafs die correspondirenden Dimensionen in Bild und Schirm senkrecht zu einander stehen.

Haben die Oeffnungen eine endliche Gröfse von beliebiger Form, sind es z. B. concentrische Kreisringe, deren Centra in

jenen Punkten *a*, *a'*, *a''*, ... liegen, so besteht das Bild aus dem Bilde einer einzelnen Oeffnung (hier aus einem System concentrischer Ringe), welches durchkreuzt wird durch zwei Systeme dunkler Parallellinien, die resp. auf den Richtungen *aa'a''* .... und *abc* .... senkrecht stehen.

Bei der Prüfungs halber angestellten Vergleichung der Theorie mit den Details der Erscheinungen hat der Verfasser sich des schon vor längerer Zeit von ihm vorgeschlagenen Mittels (s. Berl. Ber. 1855. p. 265) zur Anfertigung von Beugungsschirmen bedient. Es wurden auf weifsem Papier die Figuren der Oeffnungen in möglichst kleinem Mafsstabe verzeichnet und dann auf Collodium photographirt. Das Collodium zeigte dann auf dunklem Grunde die Oeffnungen durchsichtig und stark verkleinert. Dadurch, dafs er die Oeffnungen, resp. Oeffnungsgruppe, auf dem Papier auf dem Umfange eines Kreises (in gleichen Abständen) verzeichnete, erhielt er eine Art Universalschirm, der durch Drehung successiv die verschiedenen Oeffnungen vor dem Objectiv des Beobachtungsfernrohrs vorbeiführte, und die Erscheinungen in rascher Folge zu beobachten erlaubte. ***Rd.***

G. F. Childe. Investigations in the theory of reflected ray-surfaces and their relation to place reflected caustics. Phil. Mag. (4) XV. 390.

Vorstehendes ist der Titel eines Werkes, welches an der citirten Stelle im Phil. Mag. unter grofsem Lobe des Inhalts angezeigt wird.

Mit den „Oberflächen reflectirter Strahlen" sind hier die Einhüllungsflächen der von reflectirenden Flächen zurückgeworfenen Strahlen gemeint. Unter den Anwendungen, die meist alle durch ihre Neuheit interessiren sollen, wird die Anwendung auf die Saturnsringe hervorgehoben. — Es werden dabei drei Klassen von reflektirten Strahlenflächen unterschieden: 1) die, welche von direct auf die (aus einer Reihe kreisförmiger, mit dem Planeten concentrischer, unendlich schmaler Elementarringe bestehend gedachten) Ringe fallenden (parallelen) Sonnenstrahlen herrühren, und cylindrisch sind, 2) die Flächen, welche von Sonnenstrahlen

herrühren, und cylindrisch sind 2) die Flächen, welche von Sonnenstrahlen herrühren, die vor der Reflexion an der Ringfläche, an der Oberfläche des Planeten eine Zurückwerfung erfahren haben. Diese (conischen) Flächen sind eingehüllt von zwei geraden Kegelflächen, deren Axe, durch das Centrum der Ringe gehend, auf deren Fläche senkrecht steht, 3) die Flächen der Strahlen, die von der Seitenfläche des inneren Rings reflectirt worden, und zwar sind dies wiederum theils solche, die direct von der Sonne kommend einfallen, theils solche, die vorher an der Planetenoberfläche eine Reflexion erlitten haben. Die beiderlei Strahlenflächen sind von der vierten Ordnung. Von diesen Strahlen der dritten Klasse wird bemerkt, dafs sie vornehmlich durch den weniger erleuchteten Theil der Planetenatmosphäre gingen, und daher dort eine schwache Erleuchtung hervorbringen müfsten. Die etwaigen Bewohner der dunklen Hemisphäre würden in Folge hiervon einen leuchtenden, auf dunkler schattiger Unterlage ruhenden Bogen erblicken, welcher in seiner Form an den glänzenderen Lichtgürtel auf der begünstigteren Hemisphäre erinnerte. *Rd.*

J. POWER. On the theory of polarized fasciculi, commonly known as HAIDINGER's brushes. Phil. Mag. (4) XVI. 69-70.

Die hier bezeichnete Note des Phil. Mag. enthält einen kurzen Bericht über eine in der Cambr. phil. society von POWER verlesene Abhandlung über die HAIDINGER'schen Polarisationsbüschel. Die darin gegebene Erklärung derselben ist danach ähnlich der von JAMIN ausgeführten (s. Berl. Ber. 1848. p. 165), von welcher Hr. POWER jedoch noch keine Kenntnifs hatte, als er auf seine Theorie kam.

Die Complicationen, welche er bei der mathematischen Behandlung anfangs darin zu finden glaubte, dass die Formeln für die Intensität des gebrochenen Lichts, geliefert von NEUMANN, AIRY und ihm selber, Verschiedenheiten zeigen [1]) (herrührend von

[1]) Diese Bedenklichkeit sollte jetzt gar nicht mehr vorkommen, da nach den ausschliefslich zu adoptirenden vollständigen CAUCHY'schen Formeln nur die eine Formelreihe ein Anrecht hat, als Näherungsformeln zu gelten.

der Verschiedenheit der Grundvorstellungen), löste sich von selbst bei der Beobachtung, dafs die Verschiedenheit in Factoren besteht, die gleichzeitig in beiden Componenten (in der nach der Einfallsebene und der darauf senkrecht polarisirten) vorkommt, und dafs daher bei jeder Annahme derselbe Quotient hervorgeht, wenn man die Intensität des nach der Einfallsebene polarisirten Lichts durch die des senkrecht darauf polarisirten dividirt, nämlich der Werth $\cos^2(\theta - \theta_1)$ — unter θ und θ_1 den Einfalls- und Reflexionswinkel verstanden. — Da dieser Quotient mit zunehmendem Werthe der Ablenkung $\theta - \theta_1$ abnimmt, also für die brechbareren Farben geringer ist, als für die weniger brechbaren, so erklärt sich der gelbe Büschel in der Polarisationsebene, wie der violette in der darauf senkrechten Ebene.

Bei der Bestimmung der Wirkung in einer Ebene, welche einen beliebigen Winkel φ mit der Ebene der stärksten Polarisation bildet, kam er auf folgendes Resultat.

Ist die (wie er glaubt, bei allen Augen zutreffende) Bedingung erfüllt, dafs die Empfindlichkeit der Sehnerven so vertheilt ist, dafs in Verbindung mit der Wirkung der Iris, das Gesichtsfeld bei gewöhnlichem Tageslicht gleichmäfsig erhellt erscheint, so ist der Ausdruck für die Helligkeit eines Punktes des Gesichtsfeldes

$$M\left(1 - e\gamma\frac{\theta^2}{2}\cos 2\varphi\right),$$

unter M die Helligkeit der Mitte, unter e den Grad der Polarisation (gleich Null für gewöhnliches Tageslicht, gleich Eins für vollständig polarisirtes Licht gerechnet) verstanden, und wo für Strahlen mittlerer Brechbarkeit $\gamma = 0{,}07309$ zu setzen ist. Diese Formel gibt sofort die Form der Linien gleicher Helligkeit. Setzt man nämlich $x = \theta\cos\varphi$, $y = \theta\sin\varphi$, so wird die Gleichung der Linie von der Helligkeit eM,

$$x^2 - y^2 = \frac{2(1-c)}{e\gamma}.$$

Es ergeben sich sonach für die verschiedenen Werthe von c gleichseitige Hyperbeln, die zwischen einerlei Asymptoten liegen, und die für $c = 1$ mit diesen Asymptoten zusammenfallen. Für die gelben Strahlen fallen die Scheitel in die Polarisationsebene, für die violetten in die darauf senkrechte Ebene.

Ferner ersieht man, dafs für einen gegebenen Werth von θ (entgegengesetzt der von MOIGNO aufgestellten Meinung) die Helligkeit am geringsten ist in der Ebene der stärksten Polarisation, am gröfsten in der darauf senkrechten Ebene, und zwar für alle Werthe von γ, d. h. für jede Farbe. Dafs dabei das Gelb an dem Orte der kleinsten, das Violett an dem Orte der gröfsten Intensität sichtbar ist, erklärt sich vollkommen daraus, dafs γ für die brechbareren Farben einen gröfseren Werth hat, als für die minder brechbaren. *Rd.*

C. NEUMANN. Explicare tentatur, quomodo fiat, ut lucis planum polarisationis per vires electricas vel magneticas declinetur. Dissertatio etc. Halis Saxonum. 1858.

WEBER hat gezeigt, dafs die elektrodynamischen und elektrostatischen Erscheinungen gleichzeitig erklärt sind, sobald man annimmt, dafs zwei elektrische Theilchen μ und μ_1 eine Wirkung auf einander ausüben, deren Richtung mit ihrer Verbindungslinie zusammenfällt, und deren Intensität durch den Ausdruck

$$\frac{\mu\cdot\mu_1}{r^2}\left[1-\frac{1}{c^2}\left(\left(\frac{dr}{dt}\right)^2-2r\frac{d^2r}{dt^2}\right)\right]$$

dargestellt wird, wo c eine unveränderliche Constante, r die Entfernung der beiden Theilchen von einander, und $\frac{dr}{dt}$, $\frac{d^2r}{dt^2}$ die Differentialquotienten von r nach der Zeit vorstellen.

Setzt man

$$\frac{1}{r^2}=F \quad \text{und} \quad \frac{2}{c^2}\cdot\frac{1}{r}=\Phi,$$

so nimmt dieser Ausdruck folgende Gestalt an:

$$\mu\mu_1\left[F+\frac{1}{2}\frac{\partial\Phi}{\partial r}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+\Phi\frac{d^2r}{dt^2}\right].$$

In dem vorliegenden Aufsatze wird nun angenommen, dafs ganz dieselbe Art der Einwirkung stattfinde zwischen einem elektrischen Theilchen einerseits und einem Aethertheilchen andererseits, nur dafs hier die Functionen F und Φ des Argumentes r eine andere Beschaffenheit besitzen.

Es wird nämlich angenommen, dafs die Werthe F und Φ

allerdings im Allgemeinen den correspondirenden Werthen der Functionen

$$\frac{1}{r^2} \text{ und } \frac{2}{c^2}\cdot\frac{1}{r}$$

gleich sind, dafs dieselben aber sehr viel gröfser sind als die correspondirenden Werthe jener Functionen, sobald r sehr klein ist. Es ist demnach die Modification, welche hier in Betreff des Weber'schen Gesetzes für sehr kleine Entfernungen vorausgesetzt wird, ganz analog derjenigen Modification, welche man bei dem Newton'schen Gesetze annehmen mufs, sobald es sich um die Erklärung der Erscheinungen der Capillarität handelt.

Andererseits beruht die aufgestellte Theorie auf der Weber'schen Vorstellung über die Natur diamagnetischer Körper; nämlich auf der Vorstellung, dafs das elektrische Fluidum, welches sich auf der Oberfläche eines einzelnen Molecüls eines diamagnetischen Körpers befindet, in Bewegung gerathe, und sich in einen kleinen, das Molecül umkreisenden, Strom verwandele, sobald der diamagnetische Körper in das Bereich galvanischer oder magnetischer Kräfte versetzt wird, oder sobald solche Kräfte plötzlich in der Nähe des Körpers entstehen.

Wenn demnach ein durchsichtiger, diamagnetischer Körper, z. B. ein Glascylinder, der Einwirkung eines Systems galvanischer Ströme ausgesetzt wird, so werden dadurch im Innern des Glases kleine, die einzelnen Molecüle desselben umkreisende, elektrische Ströme hervorgerufen. Hat, wie bei der Entwicklung der hier aufgestellten Theorie vorausgesetzt wird, das System der auf den Cylinder einwirkenden galvanischen Ströme in Bezug auf diesen eine solche Lage, dafs die magnetische Resultante des Systems für alle im Innern des Cylinders liegenden Punkte gleiche Richtung und gleiche Gröfse hat; befindet sich also der Cylinder (nach der Faraday'schen Ausdrucksweise) in einem constant-magnetischen Felde: so sind die im Innern desselben hervorgerufenen Molecülarströme überall von gleicher Richtung und gleicher Intensität. Es ist nämlich bei allen die Stromebene senkrecht gegen die magnetische Resultante, und die Intensität proportional mit der Gröfse derselben.

Es wird nun zunächst auf Grund des modificirten Weber'-

schen Gesetzes die Wirkung berechnet, welche diese Molecülarströme auf ein im Cylinder enthaltenes Aethertheilchen ausüben, und zwar für den Fall, dafs das Aethertheilchen während des betrachteten Zeitmomentes eine gegebene Geschwindigkeit besitzt. Versteht man unter J die Gröfse der magnetischen Resultante, unter α, β, γ die Winkel, welche die Richtung derselben mit irgend drei auf einander senkrechten Coordinatenaxen x, y, z macht, endlich unter v_1, v_2, v_3 die Componenten der Geschwindigkeit, welche das Aethertheilchen in dem betrachteten Zeitmomente besitzt; so ergeben sich

$$X = k \cdot J (v_2 \cos\gamma - v_3 \cos\beta)$$
$$Y = k \cdot J (v_3 \cos\alpha - v_1 \cos\gamma)$$
$$Z = k \cdot J (v_1 \cos\beta - v_2 \cos\alpha)$$

für die Componenten der Kraft, welche alle Molecülarströme zusammengenommen auf das einzelne Aethertheilchen ausüben. k bedeutet in diesen Formeln ein Constante.

Hieraus ergiebt sich unmittelbar, dafs wenn v_1, v_2, v_3 Null sind, auch X, Y, Z Null werden; dafs folglich die Molecülarströme nur dann auf die Aethertheilchen einwirken, wenn die letztern bereits durch andere Ursachen in Bewegung gesetzt sind.

„Die im Glase hervorgerufenen Molecülarstöme können daher allerdings in einer bereits vorhandenen Aetherbewegung eine Aenderung hervorbringen; sind aber nicht im Stande, selbstständig eine Bewegung des Aethers zu erzeugen".

Es werden nunmehr die Differentialgleichungen aufgestellt, welche sich für die Bewegung des, im Glase enthaltenen, Aethers ergeben, wenn jene, von den Molecülarströmen ausgeübten, Kräfte mit in Rechnung gebracht werden. Ist, um bei dem vorhin betrachteten Beispiele zu bleiben, der Glascylinder durch zwei gegen seine Axe senkrechte Ebenen begrenzt, und ist die Ebene der von Aufsen her auf den Cylinder fallenden Lichtwelle parallel mit diesen Grenzebenen; so sind die in Rede stehenden Differentialgleichungen folgende:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = A\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + B\frac{\partial^4 u}{\partial z^4} + kJ\cos\gamma\frac{\partial v}{\partial t}$$
$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = A\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + B\frac{\partial^4 v}{\partial z^4} - kJ\cos\gamma\frac{\partial u}{\partial t}.$$

Darin bedeuten A, B, k Constanten, J die Intensität der magnetischen Resultante, γ den Winkel, welchen die Richtung dieser Resultante mit der Axe des Cylinders einschliefst, z die Entfernung, welche ein Aethertheilchen von der dem einfallenden Licht zugewendeten Grenzebene des Cylinders besitzt, endlich u, v die transversale Verrückung, welche dieses Aethertheilchen zur Zeit t erlitten hat.

Durch Integration dieser Gleichungen ergiebt sich, dafs die im Glase entstehende Aetherbewegung aus zwei circularpolarisirten, ebenen Wellen von verschiedener Fortpflanzungsgeschwindigkeit und entgegengesetztem Kreislauf besteht.

Daraus folgt unmittelbar, dafs, wenn das einfallende Licht linear polarisirt ist, das aus dem Cylinder austretende Licht ebenfalls linear polarisirt sein mufs; dafs aber die Polarisationsebene des einfallenden und die des austretenden Lichtes unter einem gewissen Winkel gegen einander geneigt sein müssen. Wird dieser Ablenkungswinkel mit ϱ bezeichnet, so ergiebt sich:

$$\varrho = a \cdot \Delta \cdot J \cdot \cos\gamma,$$

wo a eine Constante vorstellt oder, genauer ausgedrückt, eine Gröfse vorstellt, welche nur von der Farbe des angewendeten Lichtes abhängt; Δ die Länge des Cylinders bezeichnet; und J, γ ihre frühere Bedeutung behalten haben. Diese Formel führt zu folgenden, mit den experimentellen Thatsachen in Einklang stehenden Gesetzen:

„Die Ablenkung ϱ der Polarisationsebene ist proportional 1) mit der Länge Δ des Cylinders, 2) mit der Gröfse der magnetischen Resultante J, oder, was dasselbe ist, mit der Intensität der auf den Cylinder einwirkenden galvanischen Ströme, 3) mit dem Cosinus des Winkels γ, den die Richtung der magnetischen Resultante mit der Axe des Cylinders einschliefst".

Bekanntlich existirt noch ein viertes, auf experimentellem Wege gefundenes Gesetz; nämlich folgendes:

„Wenn die Polarisationsebene des Lichtes, bei seinem Durchgange durch den Cylinder, um einen gewissen Winkel ϱ nach rechts hin abgelenkt wird, so wird dieselbe, wenn das Licht den Cylinder in entgegengesetzter Richtung durchläuft, alles

Uebrige aber ungeändert bleibt, wiederum um denselben Winkel ϱ, gegenwärtig aber nach links hin abgelenkt werden".

In dem vorliegenden Aufsatze ist darauf aufmerksam gemacht, dafs dieses Gesetz als ein specieller Fall des in 3) aufgestellten Gesetzes angesehen werden mufs; dafs demnach auch dieses Gesetz aus der dort entwickelten Theorie mit Nothwendigkeit hervorgeht. *N.*

H. Holditch. On the nth caustic, by reflexion from a circle. Qu. J. of math. II. 301-322.

— — Note on the incipient caustic. Qu. J. of math. III. 88-88.

Ein Punkt, welcher mit einem Kreise in derselben Ebene innerhalb oder aufserhalb der Kreisfläche liegt, sende nach allen Seiten hin Strahlen aus, welche von der Peripherie des Kreises reflectirt werden. Einer dieser Strahlen sei S, ferner S_1 die Bahn, in welcher sich derselbe fortbewegt, nachdem er einmal vom Kreise reflektirt worden ist, S_2 die Bahn desselben nach zweimaliger Reflexion etc. Hr. Holditch nennt die Enveloppe der Strahlen S_1 die erste caustische Curve, die Enveloppe der Strahlen S_2 die zweite caustische Curve etc., und untersucht allgemein die Gestalt und Eigenschaften der $n$ten caustischen Curve.

Es mögen folgende Sätze hervorgehoben werden:

I. Liegt der leuchtende Punkt aufserhalb der Kreisfläche, so liegen sämmtliche caustische Curven im Innern derselben.

II. Legt man von dem leuchtenden Punkte aus zwei Tangenten an den Kreis, so gehen sämmtliche caustische Curven durch die beiden Tangirungspunkte; und berühren in diesen Punkten die Kreisperipherie.

Insbesondere wird ferner die Gestalt der $n$ten caustischen Curve unter der Voraussetzung untersucht, dafs der leuchtende Punkt dem Centrum des Kreises entweder unendlich nahe oder unendlich fern liegt, und dargethan, dafs dieselbe im ersten Fall eine Hypocycloïde, im zweiten Fall eine Epicycloïde ist. *N.*

J. C. Maxwell. On the general laws of optical instruments. Qu. J. of math. II. 233-246.

Der Aufsatz des Hrn. Maxwell bezieht sich auf ein System aneinander grenzender, durchsichtiger Medien von verschiedenem Brechungsvermögen, deren Grenzflächen sämmtlich sphärisch sind, und ihre Centra in ein und derselben geraden Linie — der Axe des Systems — haben; also auch ein System von Medien, wie es Gauss in seinen dioptrischen Untersuchungen behandelt hat; und enthält eine Methode, um die dort von Gauss erhaltenen Resultate, oder wenigstens einen Theil derselben, auf einfachere Weise abzuleiten. — Es mag das erste Medium mit M_1, und mit Uebergehung aller zwischenliegenden Medien, das letzte mit M_2 bezeichnet werden. Zuvörderst läfst sich leicht die näherungsweise Richtigkeit folgender Sätze nachweisen:

I. Strahlen, welche von einem in M_1 befindlichen Punkte a_1 ausgehen, bewegen sich, nachdem sie das ganze System durchlaufen haben, und zuletzt in das Medium M_2 getreten sind, in diesem auf Bahnen fort, die sich (entweder selbst, oder deren Verlängerungen sich) in ein und demselben Punkte — er heifse a_2 — durchkreuzen.

II. Betrachtet man mehrere Punkte a_1, welche sich sämmtlich in einer gegen die Axe senkrechten Ebene befinden, so liegen die correspondirenden Punkte a_2 wiederum in einer gegen die Axe senkrechten Ebene. Zugleich ist die Figur der Punkte a_1 perspectivisch zur Figur der Punkte a_2, und das Centrum dieser Perspective in der Axe liegend.

Dafs diese beiden Sätze für zwei Medien M_1 M_2 gelten müssen, wenn dieselben, wie hier angenommen, durch eine beliebige Anzahl anderer Medien von einander getrennt sind, ergiebt sich unmittelbar, sobald die Richtigkeit derselben für zwei unmittelbar aneinander grenzende Medien nachgewiesen ist. Dafs dieselben aber im letztern Falle (also im Falle einer einzigen brechenden Fläche) Geltung haben, läfst sich mit Hülfe einer sehr einfachen Rechnung nachweisen.

Sind diese beiden Sätze festgestellt, so läfst sich daraus, wie Hr. Maxwell zeigt, mit Hülfe sehr leichter geometrischer Betrachtungen die Existenz der Gauss'schen Haupt- und Brenn-

ebenen darthun, und die Construction ableiten, welche diese Ebenen gewähren, um, wenn ein Punkt a_1 gegeben ist, den zugehörigen Punkt a_2 zu bestimmen.

Beachtenswerth ist die Methode, welche Hr. MAXWELL einschlägt, um den von GAUSS aufgestellten Satz abzuleiten, dafs die beiden Brennweiten des Systems sich zu einander wie die Brechungsindices der Medien M_1 und M_2 verhalten. Es basirt diese Methode auf folgendem allgemeinen Theorem:

„Die Punkte, bis zu welchen Strahlen, die von ein und demselben leuchtenden Punkte ausgehen, in gleicher Zeit vordringen, bilden eine Fläche, gegen welche die Strahlen selbst normal stehen, welches auch die Anzahl und wie auch die Beschaffenheit der von den Strahlen durchlaufenen Medien sein mag; (falls nur unter denselben kein krystallinisches Medium enthalten ist)".

Aus diesem Theorem ergiebt sich nämlich unmittelbar folgender von Hrn. MAXWELL angewendeter Satz:

„Vereinigen sich Strahlen, welche von ein und demselben leuchtenden Punkte ausgehen, wieder in einem gemeinsamen Focus; so ist die Zeit, welche die Strahlen gebrauchen, um von jenem Punkt nach diesem Focus zu gelangen, für sämmtliche Strahlen von gleicher Gröfse".

Hinsichtlich der Methode selbst, durch welche Hr. MAXWELL mit Hülfe dieses Satzes zu der in Rede stehenden, von GAUSS gefundenen Relation gelangt, mufs auf die Abhandlung verwiesen werden. *N.*

A. CAYLEY. On the wave surface. Qu. J. of math. III. 16-22.

Construirt man alle Tangentialebenen, welche der Wellenfläche eines optisch zweiaxigen Krystalles und einer concentrischen Kugelfläche gemeinsam sind, so umhüllen diese Ebenen eine gewisse developpable Fläche. Hr. CAYLEY stellt die Gleichung dieser Fläche auf. — Zu bemerken ist übrigens, dafs die Curve, in welcher die Wellenfläche und diese developpable Fläche einander berühren, keineswegs eine Krümmungscurve der

Wellenfläche ist[1]). Die Krümmungscurven der Wellenfläche sind bis jetzt noch unbekannt. *N.*

J. Grailich. Ueber symmetrische Functionen, die zur Darstellung gewisser physikalischer Verhältnisse krystallisirter Körper dienen können. Wien. Ber. XXXIII. 657-676.

Das Gewicht, welches nothwendig ist, um einen aus einer krystallinischen Substanz geschnittenen Cylinder zu zerreifsen, wird bei gleichem Querschnitt des Cylinders verschieden sein je nach der Lage, welche die Axe desselben in Bezug auf die Krystallaxen einnimmt; und die Gröfse der Cohäsion darstellen, welche der Krystall in der dem Cylinder parallelen Richtung besitzt. Von der Art und Weise, in welcher die Gröfse der Cohäsion mit der Richtung variirt, wird man ein Bild erhalten, wenn man um irgend einen Punkt des Krystalls eine Fläche von solcher Gestalt construirt, dafs die Länge eines Radius vector derselben mit der in seiner Richtung stattfindenden Cohäsion proportional ist. Hr. Grailich macht darauf aufmerksam, dafs diese Fläche, die „Cohäsionsfläche", bei gewissen Krystallen, z. B. bei Bleiglanz, wahrscheinlich eine eckig-kantige Gestalt besitzen wird; und nimmt daraus Veranlassung, den analytischen Ausdruck für Oberflächen aufzusuchen, welche überhaupt in ihrer Krümmung eine Discontinuität darbieten. Einige Beispiele werden genügen, um von der Methode, welche Hr. Grailich einschlägt, eine Vorstellung zu geben.

1) Die Gleichung für ein rechtwinkliges Parallelepipedum mit den Kantenlängen $2a$, $2b$, $2c$ ist, wenn n eine unendlich grofse ganze Zahl vorstellt, folgende:

$$\left(\frac{x}{a}\right)^{2n}+\left(\frac{y}{b}\right)^{2n}+\left(\frac{z}{c}\right)^{2n}=1,\quad (n=\infty).$$

Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur zu beachten, dafs die Terme $\left(\frac{y}{b}\right)^{2n}$ und $\left(\frac{z}{c}\right)^{2n}$ Null werden, sobald y und z respective kleiner als b und c sind, dafs demnach die vorstehende

[1]) Crelle J. LV. 94.

Gleichung für die erwähnten Werthe von y und z in $\left(\frac{x}{a}\right)^{2n} = 1$ übergeht, folglich in diesem Falle $x = \pm a$ giebt; ferner, dafs man in analoger Weise aus der vorstehenden Gleichung $y = \pm b$ erhält, wenn z und x beliebige Werthe haben, welche respective kleiner, als c und a sind; und endlich, dafs man aus derselben $z = \pm c$ findet, sobald x und y respective kleiner, als a und b sind.

2) Die Gleichung eines Oktaeders ist:

$$\left(\frac{x+y+z}{a}\right)^{2n} + \left(\frac{-x+y+z}{a}\right)^{2n} + \left(\frac{x-y+z}{a}\right)^{2n} + \left(\frac{x+y-z}{a}\right)^{2n} = 1, \quad (n = \infty).$$

3) Die Gleichung eines Dodekaeders ist:

$$\left(\frac{y+z}{a}\right)^{2n} + \left(\frac{z+x}{a}\right)^{2n} + \left(\frac{x+y}{a}\right)^{2n}$$
$$+ \left(\frac{y-z}{a}\right)^{2n} + \left(\frac{z-x}{a}\right)^{2n} + \left(\frac{x-y}{a}\right)^{2n} = 1, \quad (n = \infty).$$

N.

J. PORRO. Considérations photodynamiques. C. R. XLVI. 1082-1083.

Eine sehr kurzgefafste Notiz über eine, wie es scheint, neue Theorie des Lichtes, aus der man weder über die Principien noch über die Resultate dieser Theorie eine deutliche Vorstellung erhält. Ergeben soll sich aus derselben, dafs zwischen den Brechungsindices $\mu_1 \mu_2$ zweier Medien die Relation stattfindet

$$\mu_1 = A + B\mu_2,$$

wo A und B constant, d. h. von der Farbe des Lichtes unabhängig sind.

N.

Fernere Literatur.

O. F. MOSOTTI. Nuova theoria degli stromenti ottici. Cimento VII. 129-160, 233-241, 313-321, VIII. 73-80.

— — Proprietà dei centri conjugati principali e dei piani principali conjugati, dedotte dalla considerazione degli assi dei pennelli luminosi, ed applicazioni di essi al calculo degli stromenti ottici composti di piu lenti delle cui grossezze si debba tener conto. TORTOLINI Ann. 1858. p. 265-277.

P. A. Secchi. Sulla applicazione dei moti rotatorii agli imponderabile. Cimento VII. 180-182.

F. Meier. Note sur l'espèce générale et les variétés remarquables de la trajectoire d'une molécule d'éther lumineux. Mém. d. l. Soc. d. Liège XIII. 271-287.

---

14. Lichtentwicklung, Phosphorescenz, Fluorescenz.

J. W. Draper. On the nature of flame and the condition of the sun's surface. Phil. Mag. (4) XV. 90-93†; Cosmos XII. 259-262.

Wie man jetzt allgemein annimmt, ist die Flamme aus drei Schichten zusammengesetzt:

1) aus einem dunklen Kern, der aus verbrennbaren Gasen besteht;

2) aus einer mittleren Schicht, in welcher die eigentliche Verbrennung stattfindet;

3) aus einer äufsern Schicht, die weniger als die mittlere leuchtet; sie besteht aus den Producten der Verbrennung und den nicht verbrauchten Rückständen der Luft.

Ueber die mittlere Schicht der Flamme hat Hr. Draper schon im Jahre 1848 Versuche mitgetheilt (Berl. Ber. 1848. p. 152). Mit Hülfe von brennender Kohle bewies er den Satz: „dafs im Lichte eines brennenden einfachen festen Körpers mit steigender Temperatur immer brechbarere Strahlen auftreten." Hieraus zog er einen fernern Schlufs, nämlich dafs, je vollständiger und intensiver die Verbrennung, der chemische Procefs stattfindet, um so brechbarer ist das Licht des brennenden Körpers. Da nun bei einer Flamme der Verbrennungsprocefs von innen nach aufsen zunimmt, so folgt aus dem Vorigen, dafs die innern Theile die wenigst brechbaren Strahlen, d. h. rothe, die äufsern Theile die brechbarsten, also violette aussenden. Oder mit andern Worten, dafs der mittlere leuchtende Mantel der Flamme aus einer Reihe

von verschieden gefärbten concentrischen Schichten besteht, deren Farben (von innen nach aufsen gerechnet) roth, orange, gelb u. s. w. bis violett sind. Indem das Auge alle diese Schichten durchdringt, bringt die Flamme ihr weifsliches Ansehen hervor. Hr. Draper hat für die Richtigkeit dieser Ansicht einen jedenfalls geistreich erdachten, experimentellen Beweis geliefert (Berl. Ber. 1848. p. 152).

Der folgende Theil der vorliegenden Abhandlung ist weniger durchsichtig. Der Verfasser bespricht die hellen und dunkeln Linien in den Spectren der Flammen. Er sagt, sobald dunkele Linien vorkommen, so beweist dies, dafs in der Flamme eine nicht verbrennungsfähige Substanz zugegen ist. Als Beispiel hierfür wird das Cyangas angeführt. Das Spectrum der Flamme dieses Gases ist von einer bedeutenden Menge dunkler Streifen durchzogen, offenbar (so meint Hr. Draper) als Folge des bedeutenden Gehaltes an unverbrennbarem Stickstoff. Es wird freilich nicht gezeigt, wie der Stickstoff gerade das Fehlen von bestimmten Farben hervorbringen soll. — Das Auftreten der hellen oder dunkeln Linien hängt nach dem Verfasser streng zusammen mit der chemischen Natur der Substanzen, welche die Flamme hervorbringen.

Schliefslich wird über den Zustand der Sonnenoberfläche discutirt. Der Verfasser verwirft die Ansicht, nach welcher die Sonne eine glühende Masse sein soll; ebenso will er die Lichtentwicklung keiner elektrischen Ursache zugeschrieben wissen, sondern spricht sich dafür aus, dafs das Sonnenlicht die Folge eines bedeutenden Verbrennungsprocesses ist. Bei künstlichen Verbrennungen könne man ja ähnliche feste Linien wahrnehmen.

Hg.

Le Conte. Precliminary researches on the alleged influence of solar light on the procefs of combustion. Phil. Mag. (4) XVI. 182-197†; Arch. d. sc. phys. (2) III. 415-419†.

M'Keever hat vor etwa 30 Jahren Versuche angestellt über den Einflufs des Sonnenlichts auf die Verbrennung. (Ann. of phil. new ser. X. 344 anno 1825.) Er kam zu dem Resultat, dafs die

Sonnenstrahlen allerdings den Verbrennungsprocefs verzögern, und suchte dies durch eine desoxydirende Wirkung der chemischen Strahlen zu erklären. Die Art der Beobachtung war indessen nicht so vorwurfsfrei, dafs obiges Resultat als durch sie bewiesen anzusehen wäre. Hr. Le Conte nimmt deshalb das Thema wieder auf. Die Versuche wurden in einem grofsen Saale angestellt, dessen Fenster und Thüren vollständig geschlossen gehalten wurden, um jeden Luftzug zu vermeiden. Der Saal wurde durch Läden vollständig verdunkelt, so dafs nicht das hineintretende Sonnenlicht Luftströmungen in dem Raume hervorrufen konnte. Mitten in demselben wurde nun eine Wachskerze angesteckt. Auf die Flamme derselben liefs sich durch ein mit Spiegel und Linse versehenes langes Rohr, das in einem Laden angebracht war, ein conisches Bündel concentrirter Sonnenstrahlen leiten. So konnte, wenn vorher die Flamme, ohne von der Sonne beschienen zu werden, brannte, jetzt der Einflufs des Sonnenlichts bemerkt werden, vorausgesetzt, dafs man das verbrannte Material kennt. Dies wurde durch direkte Wägung bestimmt. Es geht nun aus den angestellten Versuchen hervor, dafs das Sonnenlicht keinen Einflufs auf die Geschwindigkeit der Verbrennung ausübt, ein Resultat, das dem M'Keever'schen gerade entgegengesetzt ist, so wie auch entgegengesetzt der, wie Le Conte meint, allgemeinen Annahme in England.

Zu verschiedenen Tages- oder Jahreszeiten zeigte sich allerdings eine verschieden schnelle Verbrennung, was offenbar von andern Einflüssen herrührt. Es fragt sich, wie der Luftdruck, die umgebende Temperatur und der in der Luft enthaltene Wasserdampf hier einwirkt. Hr. Le Conte discutirt ausführlich diese drei Einflüsse. Was die Luftdichtigkeit betrifft, so wächst die Geschwindigkeit der Verbrennung mit der Dichtigkeit der Luft in einem Verhältnifs, das freilich noch näher bestimmt werden mufs. *Hg.*

H. Rose. Ueber die Lichterscheinung, welche gewisse Substanzen beim Erhitzen zeigen. Pogg. Ann. CIII. 311-330†; Ann. d. chim. (3) LV. 125-128†.

Eine Anzahl von Oxyden, wozu das Chromoxyd, die Zirkonerde, die Titansäure und andere gehören, zeigen, wenn sie der Glühhitze ausgesetzt werden, plötzlich ein Ausstrahlen von Licht und Wärme. Regnault hat die Vermuthung ausgesprochen (Ann. d. chim. (3) I. 188), dafs die durch das Erglühen hervorgebrachte Veränderung auch mit einer Verringerung der specifischen Wärme begleitet sein müsse. Man könnte dies durch den Versuch leicht nachweisen, indem man die specifische Wärme eines der betreffenden Oxyde vor und nach dem Erglühen bestimmte, wenn nicht alle diese Oxyde im Hydratzustande dargestellt würden und die letzten Theile ihres Wassers erst bei einer Temperatur entweichen, welche der des Erglühens nahe liegt. Hr. H. Rose hat deshalb jene Vermuthung Regnault's an zwei natürlichen Mineralien geprüft, welche bei erhöhter Temperatur ebenso, wie jene Oxyde, eine Lichterscheinung zeigen und dabei kein Wasser enthalten. Scheerer hat von dergleichen Mineralien nachgewiesen (Pogg. Ann. LI. 493), dafs sie nach der Lichterscheinung eine Volumverminderung zeigen. Hr. Rose untersuchte

1) Gadolinit. Die Lichterscheinung ist bei diesem Mineral auffallender und stärker, wie bei den andern. Die Dichtigkeit desselben ist nicht bei allen Stücken gleich (H. Rose, Pogg. Ann. LIX. 481), aber bei jedem wird sie durch das Glühen erhöht. So hatte ein Stück vor dem Glühen ein specifisches Gewicht von 4,226 und nach dem Glühen 4,456. Durch die Lichterscheinung verwandelt sich die schwarze Farbe des Minerals in eine graugrüne. Hr. Rose hat von diesem Körper die specifische Wärme vor und nach dem Glühen bestimmt. Er wandte die Methode des Mengens mit Wasser von bestimmter Temperatur an. Es wurden nicht alle Vorsichtsmafsregeln beachtet und auch nicht der Einflufs des Gefäfses, der Lufttemperatur u. s. w. mit in Rechnung gezogen, da es hier nur darauf ankam, relative Zahlen für die specifische Wärme zu finden und nicht ihre absolute Gröfse zu bestimmen. Es wurde demnach nur darauf gesehen, dafs die

äufseren Umstände bei den verschiedenen Beobachtungen die nämlichen waren. Aus einer Versuchsreihe von 12 Versuchen ergab sich die specifische Wärme des ungeglühten Gadolinits zu

0,138.

Aus 17 Versuchen wurde die specifische Wärme des geglühten Gadolinits zu

0,128

bestimmt, so dafs also die specifische Wärme des Gadolinits durch das Glühen um beinahe $\frac{1}{14}$ vermindert ist. Diese Verminderung liefse sich einfach durch die Vermehrung der Dichtigkeit erklären, aber hierdurch würde nicht die Lichterscheinung erklärt, welche durch das Glühen entsteht. Hr. Rose zeigt nun, dafs diese Lichterscheinung durch eine plötzliche Wärmeentwicklung bedingt ist. Er legte Stücke des ungeglühten Gadolinits in eine auf einer Seite zugeschmolzene Glasröhre, mit deren offenem Ende eine Thermometerröhre luftdicht in Verbindung gebracht war. Diese war gebogen und tauchte in eine Flüssigkeit. Wurde nun die Glasröhre mit den Gadolinitstücken durch Kohlenfeuer zum gleichförmigen Glühen gebracht, so stieg ein Theil der in derselben enthaltenen Luft in einem gleichförmigen Strome durch die Flüssigkeit. So wie aber bei einigen Stücken die Lichterscheinung sich zeigte, wurde plötzlich die Luftentwicklung bedeutend stärker, sie wurde wieder gleichförmig wie zuvor, sobald die Lichterscheinung aufgehört hatte.

2) Samarskit. Dieses Mineral wurde zuerst von G. Rose beschrieben (Pogg. Ann. XLVIII. 555) und von H. Rose, der es analysiren liefs, mit obigem Namen belegt. Der Samarskit giebt beim Glühen eine schwächere Lichterscheinung, als der Gadolinit. Sehr merkwürdig ist, dafs das specifische Gewicht des geglühten Minerals geringer ist, als das des ungeglühten. Herr H. Rose hat dies durch zahlreiche Versuche (Pogg. Ann. LXXII. 469, CIII. 321) bewiesen. So hatte ein Samarskit von dem specifischen Gewichte 5,601 nach dem Glühen nur eine Dichtigkeit von 5,485 bis 5,373. Der Gewichtsverlust durch das Glühen ist, wie bei dem Gadolinit, gering. Beim Samarskit beträgt er noch nicht ein halbes Procent.

Die specifische Wärme des ungeglühten Samarskit wurde als Mittel aus 9 Versuchen zu

0,10066

bestimmt, die des geglühten und zwar aus 13 Versuchen zu

0,096.

Der Unterschied dieser beiden Wärmecapacitäten ist mithin, wenn er überhaupt existirt, sehr gering. Auch hat Hr. H. Rose beim Auftreten der Lichterscheinung nicht sicher eine Wärmeentwicklung beobachten können. So findet also beim Samarskit, im Gegensatz zu der Erscheinung beim Gadolinit, durch das Glühen keine sehr merkliche Aenderung in der Wärmecapacität statt; während der Lichterscheinung kann kein Freiwerden von Wärme beobachtet werden; endlich wird die Dichtigkeit durch das Glühen kleiner. Hr. H. Rose meint, es sei möglich, dafs die bei der Lichterscheinung frei werdende Wärme beim Samarskit nicht, wie bei den andern dieses Phänomen zeigenden Körpern, entweicht, sondern zur Ausdehnung des Minerals verbraucht wird. Der Samarskit hat Aehnlichkeit mit der arsenigen Säure, wenn sie aus der glasartigen Modification in die krystallinische übergeht. Auch da beobachtet man eine Lichterscheinung ohne Freiwerden von Wärme, und gleichfalls eine Abnahme der Dichtigkeit.

Antimon, das sich an einen Pol der elektrischen Säule abgesetzt hat, kann durch Ritzen mit einem harten Körper leicht in die allotropische Modification übergeführt werden. Die Erhöhung der Temperatur ist dabei sehr bedeutend. Gore giebt an (Pogg. Ann. XCV. 173), dafs die Wärmeentwicklung zuweilen mit einem Blitz begleitet sei. Hr. H. Rose hat diese Lichterscheinung nie wahrnehmen können. *Hg.*

E. Becquerel. Recherches sur les divers effets lumineux qui résultent de l'action de la lumière sur les corps. Ann. d. chim. (3) LV. 5-119†; C. R. XLVI. 969-975, XLVII. 105-106; Z. S. f. Naturw. XII. 474-475; Cimento VII. 379-384, VIII. 63-71.

Wir haben bereits im Berl. Ber. 1857. p. 218. über einige Resultate dieser Untersuchung (nach C. R. XLV. 815) berichtet. Wir gehen hier etwas näher auf die gröfsere Arbeit in den Ann. d. chim. ein.

Der Verfasser unterscheidet folgende fünf Arten von Phosphorescenz, die bisher beobachtet sind:

1) Phosphorescenz durch Erhöhung der Temperatur. Hierher gehören die Körper, welche durch bloſse Erwärmung im Dunkeln Licht ausstrahlen bei einer Temperatur, die weit unter der Rothglühhitze liegt. Als Beispiele dienen gewisse Diamantarten und der Fluſsspath.

2) Phosphorescenz durch mechanische Effecte, durch Krystallisation, durch Spaltung. — Wird Zucker im Dunkeln gestoſsen, so leuchtet er. Beim Krystallisiren der arsenigen Säure tritt nach Rose (Pogg. Ann. LII. 443, 585) ein Leuchten ein. Ebenso senden Krystalle von salpetersaurem Uranoxyd beim Zerbrechen Licht aus.

3) Phosphorescenz durch Elektricität. Hierzu rechnet Hr. Becquerel das Leuchten der mit verdünnten Gasen gefüllten Röhren bei Durchgang der Elektricität.

4) Freiwillige Phosphorescenz. Also das Leuchten lebender Thiere. Vielleicht gehört auch hierher das Leuchten animalischer und vegetabilischer Substanzen vor der Fäulniſs.

5) Phosphorescenz durch Insolation. Mit dieser allein beschäftigt sich diese Arbeit. Hr. Becquerel hat bereits früher (Ann. d. chim. (3) IX. 314) den Einfluſs des Sonnenspektrums auf die verschiedenen Körper in Hinsicht auf Phosphorescenz untersucht, und war zu folgenden Resultaten gelangt, die meitsens schon von andern Forschern gefunden waren:

1) Der violette und ultraviolette Theil des Spectrums sind die wirksamsten bei der Hervorrufung der Phosphorescenz (v. Grotthuss, Schweigger's J. XIV. 154, XV. 172).

2) Der Theil des Spectrums, welcher Phosphorescenz hervorruft, ist verschieden groſs und liegt verschieden für die verschiedenen Substanzen.

3) Die Farbe des ausgestrahlten phosphorischen Lichtes ist für jede Substanz eigenthümlich und steht in keiner Beziehung zu der Farbe, die die Phosphoreseenz hervorgerufen hat.

4) Ein Theil des Spectrums hebt, wie schon Seebeck fand, die Phosphorescenz auf, die der Körper durch Bestrahlung von violettem Licht empfing.

5) Bringt man einen insolirten Körper ins Dunkle, so wird die Phosphorescenz nach und nach immer schwächer. Scheint sie gänzlich erloschen, so bringt eine Temperaturerhöhung sie wieder lebhaft zum Vorschein. (v. Grotthuss hatte schon längst diese Beobachtung am Chlorophan gemacht. Schweigger's J. XIV. 138.)

6) Erhöhung der Temperatur während der Insolation vermindert die Phosphorescenz, die nachher im Dunkeln auftritt. (Auch hierüber liegen schon Beobachtungen von Grotthuss vor.)

7) Die unter 4) bemerkte Eigenschaft eines Theiles des Spectrums, die Phosphorescenz aufzuheben, besteht nicht immer darin, dafs die Phosphorescenz augenblicklich verschwindet, sondern bei gewissen stark phosphorescirenden Körpern nimmt man, wenn man sie ins Spectrum zwischen roth und blau hält, ein Glänzen wahr, was indessen nur wenig Augenblicke anhält. Hr. Becquerel meint, dafs hier der Vorgang ähnlich sei, als der unter 5) beschriebene.

8) Gewisse Körper, in den ultravioletten Theil des Spectrums gestellt, leuchten während der Bestrahlung (Fluorescenz).

Das sind die Haupterscheinungen, welche bei der Phosphorescenz durch Insolation eintreten und die bis zu der vorliegenden Arbeit gefunden sind. Becquerel bereichert hier die Wissenschaft mit einer grofsen Anzahl von Beobachtungen, die manches interessante Resultat ergeben, indessen theilweise noch nicht zu rechtem Abschlufs gebracht sind. Wir stellen die Hauptergebnisse zusammen:

I. Ueber die Darstellung der künstlichen Phosphore.

Nachdem Hr. Becquerel die hauptsächlichsten natürlichen und künstlichen Phosphore aufgezählt hat, geht er zur Darstellung der letzteren über. Unter diesen hatte man besonders das Schwefelcalcium und Schwefelbarium studirt. Es war bekannt, dafs die Art der Darstellung dieser Phosphore sehr wesentlich sowohl auf die Intensität, als auch auf die Farbe der Phosphorescenz einwirke. Wie dieser Umstand aber zu erklären sei, ob man vielleicht es mit Körpern von verschiedener chemischer Zusammensetzung zu thun habe, oder ob der physikalische Zustand

der Präparate ein verschiedener sei — das sind Fragen, die noch zu beantworten sind und auf die in diesem Abschnitt der Verfasser näher eingeht. Er untersucht hauptsächlich Schwefelstrontium, Schwefelbarium und Schwefelcalcium. Diese drei Phosphore lassen sich nur auf trocknem Wege darstellen, mit Hülfe einer bedeutenden Temperaturerhöhung. Zur Darstellung von Schwefelstrontium ist eine geringere Temperatur nöthig, als zu der des Schwefelcalciums; und zu diesem wieder eine geringere Temperatur, als zu Schwefelbarium. Was die Farbe des phosphorischen Lichtes dieser drei Substanzen betrifft, so herrscht beim Schwefelstrontium die grünliche und blaue Färbung vor, bei Schwefelbarium orange, gelb und grün; beim Schwefelcalcium endlich hat man alle Färbungen. — Wie nun auch die Darstellung dieser Schwefelverbindungen ist, der Schwefel tritt mit den Alkalien zu andern Verbindungen zusammen, zu schwefelsauren und Hypofulfiden. Es könnte scheinen, als gäbe diese verschiedene chemische Zusammensetzung zu den verschiedenen Färbungen Anlafs. Hr. Becquerel ist nicht der Ansicht, sondern glaubt, dafs nur die einfachen Schwefelalkalien *SCa*, *SBa*, *SSr* das Vermögen der Phosphorescenz besitzen, und dafs ihr jedesmaliger besonderer physikalischer Zustand, in welchem sie in dem Gemenge mit den andern Schwefelverbindungen sich befinden, die phosphorische Färbung bestimmt. Er folgert diese Meinung aus Resultaten, von denen wir einige wiedergeben. Stellt man Schwefelstrontium durch Glühen von schwefelsaurer Strontianerde mit Kohle dar, so hängt die Farbe der Phosphorescenz nicht von der Temperatur und Dauer der Operation, sondern von dem ursprünglichen Zustand der schwefelsauren Strontianerde ab. Wendet man zu jener Darstellung die natürlichen Krystalle derselben an, wie sie in Sicilien vorkommen, so ist die Phosphorescenz blau grünlich. Die Operation des Glühens mag nun weniger oder mehr vorgeschritten sein, immer bekommt man dieselbe Färbung. Wendet man aber schwefelsaure Strontianerde an, die man durch Einwirkung von schwefelsaurem Natron auf essigsaure Strontianerde erhalten hat, so bekommt man ein Schwefelstrontium, das grüngelblich phosphorescirt. Aus diesem und ähnlichen Beispielen schliefst Becquerel, dafs die physikali-

sche Constitution mit die Phosphorescenz bedinge; es gehe auch schon aus der Rolle, die die Temperatur hierbei spiele (siehe weiter unten) hervor, dafs die chemische Zusammensetzung allein nicht Ursache dieser Erscheinungen ist.

Interessant ist folgende Beobachtung Becquerels, aus der man indessen nicht zu demselben Schlusse kommt. Stellt man sich verschiedene Stücken von Schwefelbarium (oder Schwefelstrontium) dar, die in verschiedenen Nuancen phosphoresciren, und behandelt sie mit Wasser, so hört die Fähigkeit zur Phosphorescenz auf. Erhitzt man sie darauf bis zur Rothglühhitze, so werden sie wieder phosphorisch; die Farbe ihres Lichtes ist aber jetzt bei allen Stücken dieselbe. Becquerel erklärt diese Erscheinung dadurch, dafs er meint, der Molecularzustand sei durch diese Operation bei den verschiedenen Schwefelbariumstücken der nämliche geworden.

Der Verfasser behandelt hierauf jedes der drei künstlichen Phosphore, Schwefelcalcium, Schwefelbarium und Schwefelstrontium besonders. So giebt er z. B. beim Schwefelcalcium eine Tabelle der Methoden an, nach welchen man sich Stücken dieser Substanz darstellen kann, die in einer beliebigen Farbe des sichtbaren Spectrums (mit Ausnahme von roth) phosphoresciren. Wir können in diesem Auszuge nicht näher auf das reiche Material dieses Abschnitts eingehen und verweisen auf das Original. Nur folgende Beobachtung Becquerel's wollen wir noch hier anführen. Durch Mischung und Erhitzen von Schwefel mit reinem Isländischen Doppelspath erhält man eine Substanz, die gelb-orange phosphorescirt. Wendet man indessen an Stelle des Kalkspaths Arragonit an, so erhält man Stücke, die grün phosphoresciren. Diese Farben der Phosphorescenz hängen nicht von der Temperatur ab, bis zu welcher das Gemenge erhitzt ist; diese bestimmt nur die Intensität des phosphorischen Lichtes. Bei Anwendung des später zu beschreibenden Phosphoroskops nimmt man beim Isländischen Doppelspath auch eine Phosphorescenz wahr und zwar eine orange-röthliche. Der Arragonit phosphorescirt grün. Es sind also in diesem Falle die Farben ähnlich, wie die der Schwefelcalciumarten, die man aus Kalkspath und Arragonit darstellt. Erwärmt man den Arragonit stark, so

zerspringt er und geht, wie man annimmt, in kleine Kalkspathkrystalle über. Diese Masse phosphorescirt auch, und zwar ebenfalls grün, nicht orange, wie der Kalkspath.

II. Wirkung des Lichtes auf phosphorescirende Körper.

A. Wirkung der Strahlen verschiedener Brechbarkeit auf phosphorescirende Substanzen bei gewöhnlicher Temperatur.

Auch hier wurden wieder hauptsächlich die drei oben genannten künstlichen Phosphore studirt. Hr. Becquerel stellte sich ein scharfes und sehr intensives objectives Spectrum dar. Ein Heliostatenspiegel wirft Licht in ein dunkles Zimmer durch eine Spalte von 1 bis 2^{mm} Breite und 4 bis 5^{cm} Höhe. Nach der Brechung durch ein Flintglasprisma wird das Spectrum durch eine Linse von 40^{cm} Brennweite auf einen Schirm projicirt. Die Linse und der Schirm sind so gestellt, dafs die Ausdehnung des Spectrums, indem man die Fraunhofer'schen Linien deutlich erkennt, nur 4 bis 5^{cm} beträgt. Die phosphorescirenden Schwefelverbindungen werden nun zerstofsen und auf weifses Cartonpapier gestreut, das mit etwas Gummi arabicum angefeuchtet ist. Auf diese Weise erhält man eine dünne Schicht der Substanzen. Hält man diese nun in das Spectrum und betrachtet sie, nachdem man das Spectrum hat verschwinden lassen, so erkennt man leicht die Ausdehnung des phosphorescirenden Theiles; bemerkt man sich diese mit Bleistrichen und läfst wieder das Sonnenspektrum auf das Cartonblatt fallen, so kann man leicht die Stelle der Phosphorescenz zu den Fraunhofer'schen Linien ermitteln.

Läfst man diffuses Licht auf die Phosphorescenzschicht fallen, hält dieses Licht plötzlich ab und entwirft auf eine Stelle der Schicht ein kleines Spectrum, so bemerkt man, nachdem man auch das Spectrum hat verlöschen lassen, dafs das ganze Papier phosphorescirt mit Ausnahme des Ortes, wo der Theil des Spectrums von roth bis blau gestanden hatte. Hier ist volle Dunkelheit, während die Stelle, welche der violette und ultraviolette Theil beschienen hatte, heller als der andere Theil der Schicht auf der Papierfläche leuchtet. Man sieht also, dafs der

gröfsere Theil des sichtbaren Spectrums die vorhandene Phosphorescenz vernichtet hat. Phosphorescirt die Substanz sehr gut und läfst man das Sonnenspectrum nur einen Bruchtheil einer Secunde wirken, so erscheint auch das Papier da leuchtend, wo das sichtbare Spectrum gestanden hatte. Wir haben bereits in der Einleitung unter 7) von dieser Erscheinung gesprochen und wollten hier nur die Art des Versuches, wie sie Becquerel hier angiebt, anführen.

Entwirft man ein Spectrum auf gewöhnliches Papier, so reicht seine Länge nur von der Fraunhofer'schen Linie *A* bis *H*. Auf ein Carton entworfen, das mit einer Schicht von Schwefelcalcium (oder gewissen andern Substanzen) bedeckt ist, erkennt man die Fraunhofer'schen Linien bis *P*. Diese Erscheinung hat Becquerel bereits 1843 angegeben. (Ann. d. chim. (3) IX. 320.) Bekanntlich wendet man jetzt, um das (durch Quarzprismen erzeugte) ultraviolette Spectrum aufzufangen und wahrzunehmen, Papier an, das mit schwefelsaurem Chinin imprägnirt ist.

Der Verfasser giebt nun für die nach den verschiedenen Methoden enthaltenen Varietäten der drei phosphorescirenden Schwefelalkalien die durch das Spectrum erregte Phosphorescenz ihrer Intensität und Lage nach an. Er hat auch eine Tafel beigegeben, die die Uebersicht sehr erleichtert. Man erkennt auf derselben, wie verschiedene künstliche Phosphore zwei Intensitätsmaxima der Phosphorescenz darbieten, die also durch Strahlen verschiener Brechbarkeit hervorgerufen sind.

Die Farbe, mit welcher die Körper phosphoresciren, ist im Allgemeinen in der ganzen Ausdehnung des leuchtenden Theiles dieselbe. Doch hat Becquerel hiervon einige Ausnahmen gefunden. Hierzu gehört das Schwefelbarium, das aus Reduction der schwefelsauren Baryterde durch Kienrufs erhalten wird. Bei diesem Präparat bringen Strahlen von der Brechbarkeit *H* bis *P* (ultraviolett) eine gelbe Phosphorescenz hervor, während Strahlen von *F* bis *H* (indigo und violett) eine mehr röthliche zum Vorschein bringen.

B. Phosphoroskop. Erklärung der Fluorescenz.

Die Dauer und Intensität der Phosphorescenz ist natürlich für die verschieden dargestellten Präparate der drei hier behandelten Schwefelalkalien sehr verschieden. Nach vergleichenden Beobachtungen, wo das Auge allein entschied, hat Becquerel hierüber eine Tabelle entworfen. — Bei sehr vielen Substanzen kann man die Phosphorescenz nur Secunden, bei andern nur Bruchtheile einer Secunde wahrnehmen. Zur Beobachtung von solchen hat Becquerel einen Apparat construirt, den er Phosphoroskop nennt. Eigentlich hat er zwei verschiedene Arten des Phosphoroskops construirt, die aber auf demselben Princip beruhen. Bei beiden sieht man den zu beobachtenden Körper beliebig kurze Zeit nach der Insolation. Bei dem einen Apparat fällt das Sonnenlicht schräg auf eine Fläche der phosphorischen Substanz, und man beobachtet diese Fläche kurz nach der Insolation in einer Richtung, die dem reflectirten Strahl entsprechen würde. Bei dem andern Apparat (phosphoroscope par transparence) befindet sich das Auge des Beobachters in der Richtung des Lichtstrahls, man beobachtet hier also die entgegengesetzte Seite des Körpers, als die, welche von der Sonne getroffen ist. Wir beschränken uns darauf, die Einrichtung dieser zweiten Vorrichtung kurz anzugeben. Ein cylinderförmiger Raum (von beiläufig 2 bis 3 Centimeter Höhe und 1 Decimeter Durchmesser) ist auf jeder Seite durch zwei kreisförmige Platten geschlossen, welche nur soweit von einander getrennt sind, dafs sich zwischen ihnen eine andere Platte bewegen kann. Wir stellen uns vor, der Kasten stehe so, dafs die Seiten senkrecht stehen, also die Axe des Kastens horizontal liegt. Jede der vier Platten ist dann auf ihrer oberen Hälfte an der entsprechenden Stelle mit einer Oeffnung versehen. Die Mitten dieser Oeffnungen liegen in einer Linie, welche parallel mit der Axe ist. Die Sonnenstrahlen dringen nun durch die beiden Oeffnungen der ihnen zugekehrten und zu ihnen senkrecht stehenden Platten in den Kasten hinein und treffen hier den zu untersuchenden Körper, dessen Phosphorescenz das Auge, das sich auf der der Sonne entgegengesetzten Seite des Kastens befindet, beobachten kann, vorausgesetzt, dafs das Auge den Körper kurze Zeit nach der Bestrahlung zu sehen bekommt. Diese letzte Be-

dingung ist, wie folgt, erreicht. Durch die Mittelpunkte der vier Platten geht eine starke Axe, die mit grofser Geschwindigkeit gedreht werden kann. An dieser Axe sitzen zwei kreisförmige Scheiben, eine von diesen befindet sich zwischen den beiden der Sonne zugekehrten festen Scheiben, die andern zwischen den dem Beobachter zugekehrten. Diese beweglichen Scheiben können also gemeinsam mit grofser Geschwindigkeit zwischen den festen Endplatten des Kastens rotiren. Jeder der beweglichen Kreise hat wieder eine Oeffnung und zwar so gelegen, dafs bei der Rotation zu einer bestimmten Zeit eine Oeffnung gerade zwischen den beiden Oeffnungen der beiden festen Platten sich befindet, die der Sonne zugekehrt sind. Also nur zu dieser Zeit kann Sonnenlicht in den Apparat treten. Das Auge des Beobachters kann in diesem Moment nicht in den Kasten hineinsehen, sondern erst kurze Zeit darauf, wenn die Oeffnung der zweiten beweglichen Scheibe sich zwischen den beiden Oeffnungen der dem Beobachter zugekehrten feststehenden Kreise befindet. Man kann leicht einsehen, dafs man den Apparat so einrichten kann, dafs man den Körper eine beliebig kurze Zeit nach der Belichtung zu Gesicht bekommt. Bei dem von Becquerel construirten kann man der Axe durch eine Handhabe und entsprechende Uebertragungsräder eine solche Geschwindigkeit geben, dafs man etwa $\frac{1}{2000}$ Secunde nach der Insolation den phosphorescirenden Körper zu sehen bekommt. Während einer Secunde wird der Körper sehr häufig abwechselnd bestrahlt und beobachtet, und der Beobachter gewinnt den Eindruck, als ob er den Körper fortwährend phosphoresciren sehe. Indem Hr. Beaquerel mittelst dieses Apparates eine sehr grofse Anzahl von Substanzen untersuchte, entdeckte er bei vielen die Phosphorescenz, wo man es bisher nicht vermuthet hatte, so beim klaren Isländischen Doppelspath, beim Leucophan, Porcellan, gewissen Glasarten etc.

Man kann nun in dem Phosphoroskop viele Körper, welche als besonders schön fluorescirend bekannt sind, auch zur Phosphorescenz bringen. Es gehören hierher das Flintglas und das Uranglas. Es ist merkwürdig, dafs beide mit derselben Farbe phosphoresciren, als sie, in den violetten Theil des Spectrums

gehalten, fluoresciren. Becquerel weist darauf hin, wie das seine frühere Ansicht bestätigt, dafs Fluorescenz nichts anderes sei als Phosphorescenz, die nur eine sehr kleine Zeit andauert. Freilich müfste man, um diese Ansicht noch wahrscheinlicher zu machen, ein ähnliches Verhalten bei den andern fluorescirenden Körpern wahrnehmen, also z. B. beim schwefelsauren Chinin und Chlorophyll. Bei diesen hat aber Becquerel auch mit Hülfe des Phosphoroskops keine Phosphorescenz wahrgenommen. Bestreicht man Papier mit einer Lösung von schwefelsaurem Chinin und läfst es trocknen, so nimmt man allerdings eine schwache Phosphorescenz wahr, und zwar eine gelbliche, während es doch bläulich fluorescirt. Ist das Papier noch feucht, so bemerkt man keine Phosphorescenz. Aehnliche Farbenabweichungen bei der Phosphorescenz und Fluorescenz hat Becquerel bei andern Substanzen bemerkt, so dafs also obiges Verhalten der Uebereinstimmung der Farbe durchaus nicht immer stattfindet.

C) Wirkung des elektrischen Lichtes auf phosphorescirende Substanzen.

Hr. Becquerel giebt hier eine Methode an, welche vorzüglich geeignet ist, bei Vorlesungen die Erscheinungen der Phosphorescenz sichtbar zu machen, nämlich dieselbe durch elektrisches Licht hervorzurufen. Man läfst durch Röhren, die mit verdünnten Gasen gefüllt sind, und auf deren Boden sich der ganzen Länge nach Pulver oder Stückchen des phosphorescirenden Körpers befinden, Funken der gewöhnlichen Elektrisirmaschine oder des Ruhmkorff'schen Inductionsapparates schlagen. Man kann dann leicht beobachten, wie die Körper sowohl während der Wirkung des Ruhmkorff'schen Apparates (nämlich in den Momenten zwischen den Funkenentladungen), als auch nachher phosphoresciren. — Wir bemerken übrigens noch, dafs bei vielen Körpern ein Funken ausreicht, um sie zur Phosphorescenz anzuregen. Es zeigt dies, wie die kleinste Dauer des Lichteindrucks schon die Erscheinung hervorruft.

D) Einflufs der Temperatur auf die Phosphorescenz.

Der Verfasser zeigt, wie die Temperatur des Körpers während der Insolation Einflufs auf die Farbe und Intensität des

phosphorescirenden Lichtes hat. Dieser Einfluſs ist bei verschiedenen Substanzen verschieden. Besonders hervortretend ist er bei dem Schwefelstrontium, das man durch Einwirkung von Schwefel auf Strontianerde bei einer Temperatur von 500 bis 600° Centimeter erhält. Wir geben die Tabelle wieder, wie Becquerel sie für diesen Körper angiebt:

Temperatur des Schwefelstrontiums während der Insolation	Farbe des nach der Insolation ausgesendeten Lichtes
—20°	Dunkelviolett und sehr intensiv
+20	Violett, mehr bläulich
40	Hellblau
70	Grünlich
90	Gelbgrünlich
100	Mehr gelblich
200 ungefähr	Orange. Sehr wenig intensiv.

Man sieht also, daſs man bei diesem Körper bei allmäliger Erhöhung der Temperatur nach und nach die Farben erhält, wie sie das Spectrum zeigt, und zwar in derselben Reihenfolge, wie sie im Spectrum liegen. Bei andern Substanzen tritt dieser Farbenwechsel weniger hervor, tritt aber auch ein. Becquerel findet auch hierin einen Beleg für die Richtigkeit seiner Ansicht, die Phosphorescenz werde durch den physikalischen Zustand des Körpers bedingt.

E) Verschiedene Erscheinungen der Phosphorescenz.

Es ist bekannt, daſs im Allgemeinen die Wellenlänge des phosphorischen Lichtes gröſser ist, als die des die Phosphorescenz erregenden Lichtes. Man sollte hiernach meinen, man könne das rothe Ende des Spectrums durch Phosphorescenz in Wärme umwandeln. Becquerel hat sich bis jetzt vergebens bemüht, dies durch den Versuch nachzuweisen.

Auſserdem behandelt der Verfasser in diesem Abschnitt die Frage, ob die durch Bestrahlung leuchtend gewordene Stelle eines Körpers sich allmälig im Dunkeln ausbreitet. Biot und Becquerel (père) geben an, dies beobachtet zu haben, indem sie im Dunkeln einen elektrischen Funken über Schwefelcalcium schlagen lieſsen und die leuchtend gewordene Stelle ansahen. E. Becquerel giebt ein Experiment hier an, das dasselbe an-

deutet, aber das er selbst nicht für beweisend hält. Vermittelst etwas Gummi wurde auf einer Glasplatte eine dünne Schicht einer pulverisirten phosphorescirenden Substanz befestigt. Diese wird insolirt. Hierauf wird auf diese Platte eine ähnliche gelegt, welche auch eine Schicht der Substanz trägt, und zwar so, dafs die beiden Schichten in Berührung kommen. Nach Verlauf einer Stunde, phosphorescirte auch die nicht bedichtete Platte schwach, wenn man ihre Temperatur etwas erhöhte. Der Versuch gelingt nicht, wenn zwischen beiden Schichten eine dünne Glimmerplatte gelegt war. Hieraus vermuthet Becquerel, dafs doch wohl Theilchen von der einen Platte auf die andere mechanisch übertragen seien. *Hg.*

E. Linnemann. Phosphorescenz des Kaliums und Natriums. Erdmann J. LXXV. 128.

Kalium und Natrium, im Dunkeln der Luft ausgesetzt, strahlen Licht aus, wohl in Folge der Oxydation. Das Natrium leuchtet intensiv, mit grüner Farbe, weniger das Kalium, das röthlich erscheint. Um die Erscheinung wahrzunehmen, mufs man die Metalle mit einer frischen Schnittfläche versehen; von dieser aus leuchten sie, zuerst stark, dann immer schwächer. Beim Kalium hält das Licht nur wenige Minuten an.[1] *Hg.*

M. Landerer. Phosphorescence du sulfate et du valérianate de quinine. J. d. pharm. XXXIV. 159-160; Buchner Neues Repert. f. Pharm. VII. 274.

Schwefelsaures Chinin wird, wie bekannt, durch Erhöhung der Temperatur phosphorescirend. Nach dem Verfasser beobachtet man dieses am besten auf folgende Art. Man nimmt 120 Gramm des Salzes, breitet es zu einer dünnen Schicht auf einer silbernen Assiette aus und erwärmt diese mittelst einer kleinen Spirituslampe. Während der Erwärmung bemerkt man nichts; die Phosphorescenz wird aber sofort während der Abkühlung sichtbar und erzeugt so viel Licht, dafs man dabei lesen kann.

[1]) Ueber die Phosphorescenz des Kaliums sehe man übrigens Berl. Ber. 1850, 51. p. 446.

Valeriansaures Chinin wird beim Zerstofsen ebenfalls stark leuchtend, aber nur so lange bis die Krystalle in Pulver übergeführt sind. *Hg.*

Phipson. Ueber die Phosphorescenz bei den Mineralien, Pflanzen und Thieren. Aus d. Franz. bearb. und bereichert von Dr. J. Müller. Berlin 1858.

J. Müller. Intermittirende Fluorescenz. Ber. d. Freib. Ges. 1858. p. 513-514; Pogg. Ann. CIV. 649-649.

Hr. Müller hat folgende interessante Beobachtung gemacht. Bestreicht man einen Papierstreifen mit einer Lösung von Barium-Platin-Cyanür in der Art, dafs nach dem Verdampfen des Wassers das Papier mit einer Schicht zarter grünlicher Kryställchen überzogen ist und hält diesen Streifen in ein mittelst Prisma und Linse dargestelltes scharfes objectives Sonnenspectrum, so erscheint der blaue Raum des Spectrums durchzogen mit drei isolirten grünen Fluorescenzstreifen; die Mitten dieser drei Streifen entsprechen den Wellenlängen 0,000462^{mm}, 0,000446^{mm} und 0,000430^{mm}. Die Lichtstrahlen von diesen und den benachbarten Wellenlängen bringen also eine grüne Fluorescenz hervor, während Strahlen von dazwischen liegender Brechbarkeit keine Fluorescenz zeigen. — Die ununterbrochne grüne Fluorescenz beginnt erst an einer Stelle des Spectrums, die ungefähr einer Wellenlänge von 0,000410^{mm} entspricht. *Hg.*

---

v. Salm-Horstmar. Ueber die unter gewissen Umständen gelb erscheinende Fluorescenz einer Auflösung von Fraxin.

Hr. v. Salm-Horstmar kommt auf seine frühere Mittheilung (Berl. Ber. 1856. p. 255) zurück. Er hatte dort eine Beobachtung mitgetheilt über das Erscheinen einer gelben Fluorescenz beim Fraxin, wenn man dasselbe, in ein Gläschen eingeschlossen, in einen Kasten von blauem Kobaltglase hält.

In vorliegendem Aufsatz erklärt der Verfasser jene Erscheinung als eine optische Täuschung. In Bezug auf das intensivere

Blau des Kobaltglases ist das Blau des Fluorescenzlichtes zu matt und wird nicht vom Auge wahrgenommen, und man bemerkt auf diese Weise nur das gelbe Licht der Fluorescenz. *Hg.*

L. C. Le Voir. Notiz über Fluorescenz. Erdmann J. LXXIII. 120-120.

Der Verfasser fand, dafs Schriftzüge, welche mit einer Auflösung von festem Schieferöl in Aether auf Papier gemacht sind, in blauem Licht fluoresciren. Ebenso fluoresciren Fichtenharz, Harzöl (d. h. Harztheer) und Ricinusöl. *Hg.*

J. W. Mallet. Fluorescence. Silliman J. (2) XXV. 300-300†.

Hiernach fluorescirt eine Auflösung von Orangeblüthenöl (Oleum neroli) in Alkohol stärk mit blafspurpurner Farbe. Eine Lösung, die 6 bis 7 Jahr alt war, zeigte die Erscheinung, wie eine frisch bereitete. *Hg.*

T. R. Robinson. On fluorescence produced by the aurora. Phil. Mag. (4) XV. 326-327; Arch. d. sc. phys. (2) II. 66-67.

Das Nordlicht soll, gleich wie das elektrische Licht, besonders viel sehr brechbare Strahlen aussenden, also sehr fluorescenzerregend sein. Der Verfasser fand nämlich, als er einen Tropfen von schwefelsaurem Chinin auf einer Porcellanplatte bei dem Lichte eines Nordlichts betrachtete, dafs dieser Tropfen leuchtend erschien auf einem wenig leuchtenden Grunde. Er meint, es liege in diesem reichen Gehalt an brechbarsten Strahlen ein neuer Beweis für den elektrischen Ursprung des Nordlichts. *Hg.*

G. G. Stokes. On the existence of a second crystallizable fluorescent substance (Paviin) in the bark of the horse-chestnut. J. of chem. Soc. XI. 17-21.

Aufser dem bekannten Aeskulin hat Stockes in der Rinde der Rofskastanie noch eine zweite fluorescirende krystallisirbare

Substanz aufgefunden. Besonders reichlich fand er sie in der Pavia, weshalb er ihr den Namen Pavicin beilegte. Es sind also beide Substanzen, das Aeskulin und das Paviin, in der Rinde jeder Rofskastanie enthalten, das Aeskulin herrscht in Aesculus vor, während das Paviin in Pavia überwiegend ist. Beide sind in ihren Eigenschaften sehr ähnlich. Der Hauptunterschied zeigt sich eben bei der Fluorescenz; Aesculin fluorescirt hellblau, Paviin blaugrün. *Hg.*

---

15. Spectrum. Absorption in homogenen Medien. Objective Farben.

J. H. Gladstone. On the fixed lines of the solar spectrum. Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 17-17†; Inst. 1858. p. 363-363†; Athen. 1858. II. 489-489†.

Hr. Gladstone hat der Brit. Assoc. Zeichnungen von den festen Linien des Sonnenspectrums vorgelegt. Es sind viele der feineren Linien angegeben auch in dem ultravioletten Theil des Spectrums. — Ebenso ist eine Zeichnung von den dunkeln Streifen aufgenommen, welche nach der Beobachtung Brewster's im Spectrum erscheinen, wenn die Sonne nahe dem Horizont steht. Diese Streifen rühren von einer Absorption gewisser Farben durch unsere Atmosphäre her. Es fragt sich, ob die Ansicht, die Linien im Spectrum seien überhaupt durch eine Absorption in unserer Atmosphäre zu erklären, die richtige sei. Gegen diese Ansicht spricht allerdings die Beobachtung Fraunhofer's, wonach die Linien in den Spectren der Sonne und der Fixsterne nicht dieselben seien. Hr. Gladstone meint indessen, um jene Frage zu entscheiden, müsse man irdische Lichtquellen in grofser Entfernung beobachten. Wenn die Linien an der Sonnenoberfläche entständen, so müfsten sie in dem Licht, das vom Sonnenrande kommt, dunkler sein, als in dem Licht der mittleren Sonnenscheibe. Einen solchen Unterschied habe er indessen aus eigenen Beobachtungen nicht auffinden können. *Hg.*

---

16. Geschwindigkeit, Spiegelung und Brechung des Lichtes.

J. H. Gladstone and T. P. Dale. On the influence of temperature on the refraction of light. Proc. of Roy. Soc. IX. 328-331; Phil. Trans. CXLVIII. 887-894†; Ann. d. chim. LVIII. 117-125; Phil. Mag. (4) XVII. 222-223; Arch. d. sc. phys. (2) IV. 368-368; Cimento X. 207-207.

Man weiſs zwar schon seit längerer Zeit, daſs der Lichtbrechungscoefficient der Flüssigkeiten durch Temperaturerhöhung vermindert wird, indessen fehlt es, mit Ausnahme einiger Bestimmungen von Baden Powell, an genaueren Angaben über die Gröſse dieser Verminderung. Die Verfasser benutzten bei ihren Untersuchungen, welche den Zweck hatten, diese Lücke auszufüllen, den Apparat, dessen sich Baden Powell bedient hatte. Die in einem hohlen Glasprisma enthaltenen Flüssigkeiten wurden zur Herstellung einer gleichförmigen Temperatur im Momente der Ablesung mit einem Thermometer umgerührt, im Uebrigen war die angewendete Methode die für derartige Bestimmungen gewöhnliche. — Die Eigenschaft der Substanzen, bei Veränderung der Temperatur ihren Brechungscoefficienten zu verändern, wird als Empfindlichkeit (sensitiveness) bezeichnet. Auſser den für mehrere Linien des Spectrums, namentlich für die äuſsersten A und H, sowie für die mittleren D bestimmten Brechungscoefficienten (μ) wird auch noch die Länge des Spectrums ($\mu_H - \mu_A$) und das Dispersionsvermögen $\frac{\mu_H - \mu_A}{\mu_D - 1}$ für verschiedene Temperaturen angegeben.

Wir theilen zunächst die Bestimmungen der Brechungscoefficienten verschiedener Linien im Spectrum für einige der untersuchten Flüssigkeiten nach den Angaben der Verfasser mit:

	Schwefel-kohlenstoff.	Wasser.	Aether.	Alkohol.	Phenylhydrat. (Hauptbestandtheil des Kreosots.)
t	15°	15°	15°	15°	13°
A.	1,6114	1,3284	1,3529	1,3600	1,5377
B.	1,6177	1,3300	1,3545	1,3612	1,5416
C.	1,6209	1,3307	1,3554	1,3621	1,5433
D.	1,6303	1,3324	1,3566	1,3638	1,5488
E.	1,6434	1,3347	1,3590	1,3661	1,5564
F.	1,6554	1,3366	1,3606	1,3683	1,5639
G.	1,6799	1,3402	1,3646	1,3720	1,5763
H.	1,7035	1,3431	1,3683	1,3751	1,5886.

Die Werthe der Brechungsexponenten für verschiedene Temperaturen hier im Einzelnen wiederzugeben, würde zu viel Raum erfordern, wir beschränken uns auf Folgendes:

Für Schwefelkohlenstoff fand sich bei 0° $\mu_D = 1,6442$
bei 42,5° $\mu_D = 1,6082$.

Die Abnahme des Brechungsexponenten mit zunehmender Temperatur war nahezu regelmäfsig.

Für Wasser war bei 0° $\mu_D = 1,3330$
bei 70° $\mu_D = 1,3237$.

Es fand zwar mit zunehmender Temperatur eine continuirliche Abnahme des Brechungscoefficienten statt, so dafs dem Maximum der Dichte kein Maximum des Brechungscoefficienten entsprach, doch war die Abnahme in der Nähe dieses Maximums langsamer, überhaupt in höherer Temperatur schneller, als in niedriger.

Für Aether war bei 5° $\mu_D = 1,3622$
- 34 $\mu_D = 1,3477$.
- Alkohol - 0 $\mu_A = 1,3658$
- 60 $\mu_A = 1,3407$.
- Holzgeist - 0 $\mu_A = 1,3378$
- 50 $\mu_A = 1,3187$.
- Phenylhydrat - 13 $\mu_D = 1,5488$
- 70 $\mu_D = 1,5209$.
- Cassiaöl - 25 $\mu_D = 1,5880$
- 60 $\mu_D = 1,5690$.

Phosphor besafs für orangerothes Licht in der Nähe des Streifens *C* bei 30° einen Brechungscoefficienten $\mu = 2,0741$, bei 70° war

$\mu = 2{,}0422$, dagegen war für das äufserste Violet bei 40° $\mu = 2{,}2356$, also die Länge des Spectrums aufserordentlich grofs.

Die Länge des Spectrums nahm bei allen untersuchten Substanzen ab mit der Zunahme der Temperatur, diese Abnahme war nur gering beim Wasser, dagegen sehr bedeutend bei Flüssigkeiten von hohem Dispersionsvermögen (Schwefelkohlenstoff, Phenylhydrat). Der Quotient $\frac{\mu_H - \mu_A}{\mu_D - 1}$ nimmt bei einigen Flüssigkeiten zu, bei anderen ab mit zunehmender Temperatur. In der Nähe des Siedpunkts findet keine plötzliche Veränderlichkeit der Empfindlichkeit der Flüssigkeiten (in obenerwähnter Bedeutung dieses Wortes) statt. Diese ist im Allgemeinen gröfser bei denjenigen Substanzen, welche durch die Wärme stärker ausgedehnt werden.

Bei der Vergleichung solcher organischen Verbindungen, deren Zusammensetzungen um Multipla des Complexes C_2H_2 verschieden sind, zeigte sich eine Erhöhung des Brechungscoefficienten in Folge des Eintretens dieser Atomgruppe in das Molecül, so war für:

	$t.$	$\mu_A.$
Methylalkohol	0°	1,3378
$C_2H_4O_2$	10	1,3343.
Aethylalkohol	0	1,3658
$C_4H_6O_2$	10	1,3617.
Amylalkohol	0	1,4084
$C_{10}H_{12}O_2$	10	1,4060.
Caprylalkohol	0	1,4291
$C_{16}H_{18}O_2$	10	1,4252.

Wi.

A. Handl und A. Weiss. Untersuchungen über den Zusammenhang in den Aenderungen der Dichten und Brechungsexponenten in Gemengen von Flüssigkeiten und Verbindungen von Gasen. Wien. Ber. XXX. 389-441†; Cosmos XIII. 91-92.

A. und E. Weiss. Untersuchungen über den Zusammenhang in den Aenderungen der Dichten und Brechungsexponenten in Gemengen von Flüssigkeiten. Wien. Ber. XXXIII. 589-656†.

Diese beiden Aufsätze müssen bei der Besprechung mit einander verbunden werden, da der letztere den ersteren theilweise

berichtigt. Es geht nämlich aus den Resultaten der weiter ausgedehnten Untersuchung hervor, dafs gewisse, anfangs vorausgesetzte und scheinbar bestätigte einfache Beziehungen keine allgemeine Gültigkeit haben, dadurch verlieren die auf das Theoretische bezüglichen Erörterungen der ersteren Arbeit ihre Bedeutung und können daher unerwähnt bleiben. Wir beschränken uns mithin auf Besprechung des experimentellen Theils und auf Mittheilung seiner Ergebnisse.

Die Verfasser des ersten Aufsatzes, ausgehend von Betrachtungen, auf welche wir demnächst zurückkommen werden, hatten sich die Aufgabe gestellt, für Flüssigkeitsgemenge bekannter Zusammensetzung gleichzeitig Bestimmungen der Dichtigkeit und des Brechungsexponenten auszuführen. Zu derartigen Untersuchungen wurden von ihnen Gemenge von Schwefelsäure und von Salpetersäure mit Wasser angewendet. Die Dichtigkeit ermittelten sie mit einem Apparat, welcher im Allgemeinen noch die 4. Decimale bis auf 5 Einheiten richtig gab. — Die Brechungsexponenten, welche sich auf Linien im Spectrum des durch salpetrigsaures Gas gegangenen Lichts beziehen, wurden mit einem Babinet'schen Goniometer gemessen; wie ein solches Spectrum, zu dessen Darstellung man also des Sonnenlichtes nicht bedarf, erhalten wird, ist ausführlich angegeben in der Preisschrift von Grailich [1]), wo sich auch eine Vergleichung dieser Streifen mit denen des Sonnenspectrums in Bezug auf ihre gegenseitige Lage vorfindet. Um nur Eines hervorzuheben, so fällt der Streifen L' im Spectrum des salpetrigsauren Gases mit dem D des Sonnenspectrums zusammen.

Versuche derselben Art wurden von den Verfassern des zweiten Aufsatzes ausgeführt für Mischungen aus Salzsäure und Wasser, so wie für Mischungen einer Salmiaklösung mit Wasser in verschiedenen Verhältnissen. Wir geben eine Zusammenstellung der Mittelwerthe aller bei den verschiedenen Flüssigkeitsgemischen ausgeführten Bestimmungen. Die sich auf die anderen Streifen des Spectrums beziehenden Angaben müssen im Original nachgelesen werden.

[1]) Krystallographische Untersuchungen p. 19.

Concentrationsgrad	Schwefelsäure		Salpetersäure			Salzsäure			Salmiakauflösung		
	Dichte	$N_{L'}$	t	Dichte	$N_{L'}$	t	Dichte	$N_{L'}$	t	Dichte	$N_{L'}$
10 : 0	1,8515 bei 20°	1,4307	16°	1,398 1,399	1,4040 1,4049	23°	1,1825	1,4162	16,5°	1,0710	1,3827
9 : 1	1,821 - 19,5	1,4367	—	1,374	1,4032	—	1,1653	1,4086	16	1,0676	1,3782
8 : 2	1,765 - 20	1,4364	—	1,344	1,3990	24	1,1480	1,4009	17	1,0641	1,3748
7 : 3	1,687 - —	1,4297	—	1,314	1,3953	—	1,1314	1,3939	16	1,0540	1,3673
6 : 4	1,610 - 19 1,617 - —	1,4206 1,4216	—	1,274	1,3907	26	1,1135	1,3857	—	1,0470	1,3634
5 : 5	1,525 - 20	1,4105	—	1,239 1,238	1,3844	24	1,0954	1,3774	18	1,0414	1,3586
4 : 6	1,428 - —	1,3984	—	1,194	1,3759	—	1,0774	1,3695	20	1,0340	1,3543
3 : 7	1,321 - —	1,3838	—	1,146	1,3652	23	1,0595	1,3610	18	1,0271	1,3492
2 : 8	1,218 - — 1,221 - 16	1,3701	—	1,096	1,3544	26	1,0406	1,3519	19	1,0200	1,3441
1 : 9	1,111 - 15 1,108 - 20	1,3525 1,3524	—	1,049	1,3449	25	1,0210	1,3430	19,5	1,0098	1,3399
						23	1,0000	1,3337	20	1,0000	1,3327
0 : 10	1,000 - —	1,3335									

Die Herren A. und E. Weiss haben die bei diesen Beobachachtungen influirenden Fehlerquellen mit besonderer Sorgfalt erörtert und unschädlich zu machen gesucht. Zunächst können Fehler hervorgerufen werden durch mangelhaften Parallelismus der Deckplatten und der Hohlprismen, diese wurden dadurch beseitigt, dafs man aus zwei Ablesungen, bei welchen die Deckplatten in entgegengesetzten Lagen angewendet wurden, das Mittel nahm. — Sodann kommen die Beobachtungsfehler in Betracht, welche bei Ablesung der Winkel gemacht werden. Die Verfasser entwickeln eine Formel, aus welcher der Einflufs dieser Fehler auf die Bestimmung der Brechungscoefficienten ersichtlich wird, sie geben zugleich die besondere Form an, welche dieser Ausdruck in zwei Specialfällen, nämlich bei senkrechtem Einfall des Lichts auf die erste Deckplatte des Prismas und bei der Minimalstellung annimmt. Es zeigt sich, dafs der bei der Ablesung des Einfallswinkels gemachte Fehler, wenn in der Stellung der kleinsten Ablenkung beobachtet wird, innerhalb gewisser Grenzen auf die Bestimmung des Brechungscoefficienten ganz ohne Einflufs ist. — Endlich entsteht eine letzte Klasse von Fehlern, wenn der Scheitel der Winkel nicht genau vom Centrum des Kreises aus gemessen wird. Es wird gezeigt, wie man im Fall der kleinsten Ablenkung verfahren mufs, um den Scheitel des Deviationswinkels, welcher dann in einer den Prismawinkel halbirenden Linie liegt, in die Umdrehungsaxe des Fernrohrs zu bringen. Den etwa noch vorhandenen Fehler kann man eliminiren, indem man bei einer zweiten Beobachtung das Prisma um 180° wendet, dann das Mittel aus beiden Ablesungen nimmt. Der Einfallswinkel braucht hierbei nicht berücksichtigt zu werden, weil man die Stellung, bei welcher das Minimum der Ablenkung eintritt, unabhängig von jeder Messung sucht.

Die Resultate dieser Beobachtungen wurden nun von den Verfassern benutzt zur Ermittlung von Beziehungen, die schon von Grailich aus theoretischen Gründen vorausgesetzt waren zwischen den Abweichungen der beobachteten und berechneten mittleren Werthe der auf Dichtigkeit und Lichtbrechung bezüglichen physikalischen Constanten solcher Flüssigkeitsgemische. Es waren nämlich von Grailich in einem Aufsatz, über welchen im Berl. Ber. 1857.

p. 222 berichtet ist, Ausdrücke aufgestellt für die Dichtigkeiten und die Brechungsexponenten von Flüssigkeitsgemischen als Functionen der Dichtigkeiten und der Brechungsexponenten der Bestandtheile, in denen zwei Coefficienten vorkommen, welche als Maafs jener Abweichungen betrachtet werden. — Zwischen diesen beiden Coefficienten δ und ϑ, die als Contractions- und Retardationscoefficienten bezeichnet werden, wurde in Folge des nahen Zusammenhanges, welcher namentlich vom Standpunkt der Emissionstheorie zwischen Dichtigkeit und Lichtbrechung besteht, eine einfache Beziehung erwartet. Die Beobachtungen an verdünnter Schwefelsäure und Salpetersäure schienen zu beweisen, dafs $\frac{\delta}{\vartheta}$ constant $= 2$ sei; dies wird nun aber durch die neueren, auf die Mischungen von Salzsäure und Salmiakauflösung mit Wasser bezüglichen Bestimmungen keinesweges bestätigt, vielmehr zeigt sich, dafs dieser Quotient sowohl für verschiedene Substanzen, als auch für verschiedene Mischungsverhältnisse derselben Bestandtheile, endlich auch für verschiedene Linien im Spectrum bei derselben Mischung sehr von einander abweichende Werthe erhalten kann. Betrachtet man übrigens die an einer früheren Stelle[1]) ausführlich mitgetheilte Art und Weise, wie Grailich zur Einführung dieser Coefficienten gelangt ist, so sieht man wohl ein, dafs denselben eine theoretische Bedeutung überhaupt nicht beigelegt, eine nähere Einsicht in die bei der Mischung der Bestandtheile sich vollziehende Modification ihrer physikalischen Wirksamkeit durch Bestimmung der Werthe so gewählter Coefficienten auch nicht gewonnen werden kann. Die Herren A. und E. Weiss scheinen am Schlusse ihrer Arbeit auch selbst zu dieser Einsicht gelangt zu sein, indem sie vorschlagen, die Coefficienten, durch welche die Abweichung von den berechneten mittleren Werthen ausgedrückt wird, lieber in anderer Weise in den Functionsausdruck, welcher die Beziehung zwischen den betreffenden physikalischen Constanten des Gemisches und der Bestandtheile darstellt, einzuführen.

Unter diesen Umständen glauben wir nicht nöthig zu haben, auf die Untersuchung näher einzugehen, welche in grofser Aus-

[1]) Berl. Ber. 1857. p. 222.

führlichkeit über die bei Bestimmung von δ und ϑ möglichen Fehler angestellt wird, auch lassen wir unerwähnt, was über den Gang der Veränderungen von δ und ϑ beim Uebergang zu concentrirteren Mischungen oder für dieselbe Mischung zu Linien gröfserer Brechbarkeit mitgetheilt wird.

Die Herren Handl und Weiss glaubten aus den bekannten Beobachtungen von Dulong über die Brechungscoefficienten einfacher und zusammengesetzter Gase die Folgerung ableiten zu können, dafs für letztere $\frac{\delta}{\vartheta}$ immer $= 1$ sei, in dem zweiten Aufsatz wird aber nachgewiesen, dafs in allen Fällen, wo der Brechungscoefficient $= 1$ plus einer sehr kleinen Zahl — welcher Bedingung bei den gasförmigen Körpern immer entsprochen wird — obiger Werth von $\frac{\delta}{\vartheta}$ eine unmittelbare Folge von der Form des zur Berechnung aufgestellten Ausdrucks ist. *Wi.*

J. Jamin. Mémoire sur les variations de l'indice de réfraction de l'eau à diverses pressions. Ann. d. chim. (3) LII. 163-171; Arch. d. sc. phys. (2) II. 159-160. Siehe Berl. Ber. 1857. p. 227.

Hr. Jamin hat mit Hülfe des von ihm construirten Interferentialrefractors (Berl. Ber. 1856. p. 247) die Veränderung des Brechungsexponenten des Wassers bestimmt, wenn man dasselbe verschiedenem Druck aussetzt. Ein begränztes Lichtbündel fällt auf die erste dicke Glasplatte des Instruments. Durch Reflexion an der Vorder- und Hinterfläche erhält man zwei Lichtbündel, die zwei horizontalliegende, mit Glasscheiben geschlossene Röhren durchlaufen. Diese Röhren sind mit Wasser gefüllt. Die eine Röhre hat auf der oberen Seite zwei Oeffnungen, so dafs also das von ihr eingeschlossene Wasser unter dem Druck der äufsern Atmosphäre steht. Die andere Röhre ist geschlossen und steht in Verbindung mit einem Manometer (Manometer mit offenem Schenkel), mit Hülfe dessen man das Wasser in der Röhre unter verschiedenen Druck setzen kann. — Nachdem die Lichtbündel also diese Wassersäulen durchlaufen haben, durch-

dringen sie die beiden Platten eines noch näher zu beschreibenden Compensators, werden hierauf an der zweiten starken Glasplatte des Jamin'schen Interferentialrefractors an der Vorder- und Hinterfläche reflectirt und dadurch theilweise wieder zu einem Bündel vereinigt. Mit der Loupe beobachtet, treten hier nun Interferenzstreifen auf, sobald die beiden Bündel einen Gangunterschied erlitten haben. Die beiden horizontalen Röhren sind gleich lang; das Wasser in beiden steht zu Anfang des Versuchs unter dem Druck der äufsern Atmosphäre; der Gangunterschied, also das Erscheinen der Fransen wird dadurch hervorgebracht, dafs die beiden dicken Glasplatten des Instruments nicht genau parallel stehen. Stellt man nun das Fadenkreuz der Beobachtungslinse auf einen bestimmten Streifen ein, und bringt das Wasser der einen Röhre unter einen höheren Druck, so wird, da jetzt die beiden Lichtbündel verschieden dichte Medien durchlaufen, der beobachtete Streifen verrückt. Die Gröfse dieser Verrückung, in Anzahl der Streifen ausgedrückt, ist ein Maafs für die Verschiedenheit der Lichtgeschwindigkeit in den beiden verschieden comprimirten Wassersäulen. Die Verschiebung wird mit Hülfe des genannten Compensators bestimmt. Der Compensator besteht aus zwei Platten, die aus derselben planparallelen Glasplatte geschnitten sind. Beide sind an der beweglichen horizontalen Axe eines vertical stehenden Goniometerkreises angebracht und so zum Apparat gestellt, dafs der eine Lichtbündel die eine, der andere die andere Platte durchdringt. Die Lichtbündel fallen parallel zur Ebene des Kreises auf die Platten. Die Richtungen der Platten selbst bilden einen sehr spitzen Winkel mit einander, dadurch wird erreicht, dafs nur, in der Stellung, wo die beiden Platten gleich (aber entgegengesetzt) gegen die beiden Lichtbündel geneigt sind, letztere gleiche Wege innerhalb der Platten durchlaufen. Um einen je gröfseren Winkel man die Axe des Goniometers dreht, um so verschiedener werden die Wege in den Platten. Empirisch hat nun Hr. Jamin ermittelt, was für eine Winkeldrehung am Goniometer einer Verschiebung von ein, zwei, drei u. s. w. Interferenzstreifen entspricht. Die Beobachtung ist also folgende. Man stellt, während beide Wassersäulen unter gleichem Druck stehen, den Compen-

sator so, dafs das Fadenkreuz der Loupe mit einem Streifen zusammenfällt. Setzt man nun die eine Wassersäule einem stärkeren Druck aus, so werden die Fransen verschoben. Durch Verstellung des Compensators werden sie auf die frühere Stelle zurückgeführt. Den Drehungswinkel der Compensatorplatten kann man nach der empirischen Tabelle in Verschiebung der Streifen verwandeln.

Ehe wir die Beobachtungen mittheilen, bemerken wir noch, dafs die beiden horizontalen Röhren sich in einem mit Wasser gefüllten Kasten befanden, theils um Temperaturunterschiede in beiden zu verhindern, theils um den Fehler, der sonst aus der durch die Compression eingetretenen Verlängerung der einen Röhre entstanden sein würde, zu eliminiren.

Wir führen einen Theil einer Tabelle an; es bezeichnet P die Vermehrung des Druckes in der einen Röhre; m die Anzahl der verschobenen Streifen.

Destillirtes Wasser.

P	m	$\frac{m}{P}$
0,00	0,0	—
174,18	6,0	0,0337
279,16	9,6	0,0351
346,16	12,1	0,0350
459,76	15,9	0,0346
556,76	19,4	0,0349
652,74	23,0	0,0352
665,68	23,1	0,0347
		Mittel 0,0348.

Es ergab sich als Mittel aus drei Beobachtungsreihen für

Destillirtes Wasser $\frac{m}{P} = 0,0348$

und aus vier Beobachtungsreihen für

Luftfreies destillirtes Wasser $\frac{m}{P} = 0,0356.$

Hr. Jamin berechnet nun aus diesen Daten den Compressionscoefficienten des Wassers unter der Annahme, dafs das Gesetz der „Gleichheit des Brechungsvermögens" auf Wasser unter verschiedenem Druck Anwendung findet.

Bezeichnet man die Länge jeder Röhre mit E, mit n den Brechungsindex des Wassers unter einem Druck von 760^{mm}, mit n_1 den des Wassers unter 760 + P^{mm} Druck, und mit λ die Wellenlänge des angewandten Lichtes, so ist

$$En_1 - En = m\lambda$$

und daraus unter erlaubter Vernachlässigung von $(n_1 - n)^2$

$$(1) \quad . \quad . \quad . \quad n_1^2 - 1 = n^2 - 1 + \frac{2m\lambda}{E} n.$$

Bezeichnen d und d_1 die entsprechenden Dichtigkeiten in beiden Wassersäulen, so ist nach obiger Annahme

$$n_1^2 - 1 = \frac{d_1}{d}(n^2 - 1).$$

Bezeichnet μ den Compressionscoefficienten des Wassers für ein Millimeter Druck, so ist

$$d_1 = d(1 + \mu P),$$

also

$$(2) \quad . \quad . \quad . \quad n_1^2 - 1 = n^2 - 1 + \mu P(n^2 - 1)$$

und aus Combination von Gleichung (1) und (2)

$$\mu = \frac{m}{P} \frac{2\lambda}{E} \frac{n}{n^2 - 1}.$$

Setzt man in diese Formel die gefundenen Zahlen ein, so findet man

$$\mu \cdot 760 = 0{,}0000500$$

für destillirtes Wasser,

$$\mu \cdot 760 = 0{,}0000511$$

für luftfreies destillirtes Wasser.

Grassi hat für den Compressionscoefficienten für Wasser von 0° gefunden

$$\mu \cdot 760 = 0{,}0000504.$$

Also wie man sieht, nahe dieselbe Zahl, wie sie diese optischen Beobachtungen ergeben.

Wegen dieser Uebereinstimmung findet es Hr. Jamin wahrscheinlich, dafs man das Gesetz der „Gleichheit des Brechungsvermögens" auf diesen Fall wirklich anwenden kann. Sollte sich dies auch für die andern Flüssigkeiten als erlaubt herausstellen, so hätte man also in obiger Methode ein optisches einfaches und empfindliches Verfahren, die Compression einer Flüssigkeit zu

ermitteln, und zwar ein Verfahren, bei welchem man auf die Volumenänderung der Gefäfse keine Rücksicht zu nehmen brauchte.

Hg.

J. Jamin. Mémoire sur l'indice de réfraction de la vapeur d'eau. Ann. d. chim. (3) LII. 171-188; Arch. d. sc. phys. (2) II. 160-160. Siehe Berl. Ber. 1857. p. 227.

Als Laplace die Formeln für die atmosphärische Refraction berechnete, gebrauchte er zu denselben den Brechungsexponenten des Wasserdampfes. Da hierüber keine Beobachtung vorlag, so berechnete er ihn aus der Annahme, dafs für Wasser und Wasserdampf das Brechungsvermögen dasselbe sei. Biot, der Beobachtungen über die Brechung der Luft anstellte, konnte keinen Unterschied zwischen den Brechungsindices der trocknen und feuchten Luft auffinden. Petit und Arago, die Versuche über denselben Gegenstand ankündigten, haben diese nicht zu Ende geführt, wenigstens nicht veröffentlicht. Dulong hat bei seiner Arbeit über die Brechungsindices der Gase den Wasserdampf nicht berücksichtigt.

Hrn. Jamin erschien es deshalb interessant, mit Hülfe seines Interferentialrefractors jenes Thema wieder aufzunehmen. Der Apparat war ganz ähnlich eingerichtet, wie wir es im vorhergehenden Referat (siehe Seite 247) beschrieben haben. Die beiden Röhren (aus Zink) hatten eine Länge von 4^m und waren horizontal an einer Wand des Saales befestigt. Beide Röhren wurden zuerst mit trockner Luft gefüllt, und für diesen Fall das Fadenkreuz auf einen Interferenzstreifen eingestellt. Füllt man nun eine Röhre mit feuchter Luft, so tritt eine Verschiebung der Streifen ein; die Gröfse dieser Verschiebung wird wieder, wie es im vorigen Referat angegeben, durch den Compensator bestimmt. Um die eine Röhre mit feuchter, die andere mit trockner Luft zu füllen, wendet Hr. Jamin folgendes Verfahren an. Ein Aspirator saugt Luft von aufsen durch die beiden Röhren hindurch, und zwar in der Art, dafs die Luft erst die eine Röhre durchströmt, von einem Ende zum andern, und hierauf ebenso die zweite. Ehe die Luft in die erste Röhre strömt, mufs sie

Apparate durchströmen, in denen sie gehörig ausgetrocknet wird. Ferner wird sie auf ihrem Wege von der ersten zur zweiten Röhre durch eine bedeutende Schicht genäfsten Bimsteins geleitet. So erreicht man, dafs nach einiger Zeit in der ersten Röhre sich ganz trockne Luft befindet, während die Luft der andern Röhre mit Wasserdampf gesättigt ist. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, was man an dem Stillstehen der Fransen erkennt, so läfst man die Strömung aufhören und macht die Beobachtung. Um die Luft in der zweiten Röhre mit weniger Wasserdampf zu mengen und zugleich den Gehalt an diesem angeben zu können, wandte Hr. Jamin die Methode an, die Regnault zur Graduirung des Saussure'schen Hygrometers benutzt hat. Regnault bereitete sich Mischungen von Schwefelsäure und Wasser von den chemischen Zusammensetzungen

$$SO_3,\ 18\ HO$$
$$SO_3,\ 12\ HO$$
$$SO_3,\ 10\ HO$$

und bestimmte die Spannkraft der Wasserdämpfe, die sich bei verschiedenen Temperaturen aus diesen Gemengen entwickeln. Jamin brachte diese Gemenge nach einander in das Gefäfs, das die Luft, indem sie von einer zur andern Röhre überströmt, durchströmen mufs, und konnte so nach den von Regnault berechneten Tafeln die Spannkraft des Wasserdampfes in der zweiten Röhre ermitteln.

Es ergab sich nun aus diesen Beobachtungen, dafs der Brechungsindex der feuchten Luft kleiner ist, als der der trocknen. Hatte man beide Röhren zuerst mit trockner Luft gefüllt und füllte dann eine mit Wasserdampf gesättigte Luft, so zeigte sich, je nach der Temperatur, eine Verschiebung von 6 bis 8 Streifen, eine Gröfse, die sehr bedeutend ist, wenn man bedenkt, dafs Jamin schon eine Verschiebung von $\frac{1}{10}$ Streifen wahrnehmen konnte.

Bezeichnet m die Verschiebung der Fransen, die eintritt, wenn man die Röhre, die erst mit trockner Luft gefüllt war, mit Luft füllt, die Wasserdampf von der Spannung α enthält, bezeichnet ferner t die Temperatur in beiden Röhren und a den Ausdehnungscoefficienten der Luft, so kommt Jamin durch Rech-

nung zu dem Resultate, dafs die Gröfse

$$\frac{m}{\alpha}(1+at)$$

für verschiedene α und t constant sein mufs. Wie schon bemerkt, erhält er verschiedene Spannungen des Wasserdampfes in der einen Röhre, je nachdem er die trockene Luft aus der ersten Röhre durch Wasser oder durch die Regnault'schen Mischungen zur zweiten Röhre leitet. Wir übergehen die einzelnen Versuchsreihen (11 an der Zahl) und führen folgende Resultate an.

Bei Anwendung von	reinem Wasser	ist $\frac{m}{\alpha}(1+at)$	$= 0{,}660$
-	SO_3, 18 HO	-	$= 0{,}655$
-	SO_3, 12 HO	-	$= 0{,}655$
-	SO_3, 10 HO	-	$= 0{,}656$
-	SO_3, 8 HO	-	$= 0{,}645$
		Mittel: $\frac{m}{\alpha}(1+at)$	$= 0{,}654$

Hieraus berechnet Jamin den Brechungsindex des Wasserdampfes für eine Temperatur von 0° und für einen Druck von 760mm. Es findet sich

$$x = 1{,}000261$$

und die brechende Kraft des Wasserdampfes

$$x^2 - 1 = 0{,}000521,$$

während die brechende Kraft der Luft ist:

$$x_1^2 - 1 = 0{,}000589.$$

Mithin ist der Brechungsindex des Wasserdampfes kleiner als der der Luft.

Berechnet man die brechende Kraft des Wasserdampfes nach der oben angeführten Laplace'schen Annahme, dafs das Gesetz der „Gleichheit des Brechungsvermögens" auf den flüssigen und dampfförmigen Aggregatzustand des Wassers seine Anwendung findet, so erhält man

$$x^2 - 1 = 0{,}000625,$$

also eine Zahl, die viel gröfser ist, als das Experiment sie ergeben hat.

Jamin versucht auch, die brechende Kraft des Wasserdampfes aus den brechenden Kräften des ihn zusammensetzenden

Sauerstoffes und Wasserstoffes zu berechnen. Er findet

$$x^2 - 1 = 0{,}000549.$$

Also wieder eine zu grofse Zahl.

Schliefslich behandelt Hr. Jamin noch die Frage, ob man bei den Formeln der atmosphärischen Refraction auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft Rücksicht zu nehmen hat. Er berechnet die Differenz der Brechungsindices der trocknen und der bei verschiedenen Temperaturen mit Wasserdampf gesättigten Luft. Für eine Temperatur von 30° Cent. ist diese Differenz = 0,000001265. Für niedrigere Temperaturen ist sie noch kleiner. Man sieht also, dafs, wenn der Wasserdampf den Brechungsexponenten der Luft verkleinert, er nur Decimalstellen in demselben ändert, die überhaupt nicht genau bestimmt sind. *Hg.*

J. Petzval. Bericht über dioptrische Untersuchungen. Wien. Ber. XXVI. 33-90; Phil. Mag. (4) XVII. 1-15.

Hr. Petzval giebt hier die Fortsetzung des Berichts über seine dioptrischen Untersuchungen (Berl. Ber. 1857. p. 214). Er führt in diesem Aufsatze das an, was er an praktischen Resultaten gewonnen hat. Seine tief eingehende Behandlung der Camera obscura wird denen, die wissenschaftlich die Photographie betreiben, willkommen sein. *Hg.*

Fernere Literatur.

Eschricht. Studier over Perspectivet gjennem det bevaebnede Oie. Overs. over Forhandl. 1857. p. 299-387.

---

17. Intensität des Lichtes. Photometrie.

Extrait d'une communication de M. Wild sur un nouveau photomètre. Arch. d. sc. phys. (2) III. 341-347. Siehe Berl. Ber. 1857. p. 264-267.

Reynaud et Degrand. Expériences relatives à la portée de la lumière rouge et de la lumière blanche. C. R. XLVI. 135-135.

Die Verfasser sagen in dem Begleitbrief dieses Memoires an die Pariser Akademie, dafs sie aus Versuchen gefunden hätten, dafs bei gleicher Intensität rothes Licht in weit gröfserer Entfernung wahrgenommen werden könne, als weifses Licht und weisen auf die Vortheile hin, die sich aus Berücksichtigung dieses Umstandes bei Leuchtthürmen ergeben würden. Das Memoire selbst ist noch nicht bekannt. *Hg.*

Steinheil. Beiträge zur Photometrie des Himmels. Astr. Nachr. XLVIII. 369-378; Münchn. gel. Anz. XLVI. 550-552.

Hr. Steinheil kommt in diesem Aufsatze noch einmal auf sein Verfahren zurück, die Lichtintensitäten zweier Sterne zu vergleichen. Selbiges besteht bekanntlich darin, dafs die Bilder der Sterne im Fernrohr durch Ausziehen der Ocularröhre in Scheiben verwandelt werden. Der Apparat ist so eingerichtet, dafs die Bilder der beiden zu vergleichenden Sterne zugleich im Gesichtsfelde erscheinen. Während man nun die Scheibe, die von einem Stern herrührt, durch Ausziehen oder Einschieben des Rohres schwächer oder intensiver im Lichte machen kann, kann man die Intensität derselben der der andern Scheibe gleich machen und aus dem Stande des Rohres das Intensitätsverhältnifs beider Sterne berechnen. Seidel hat mit einem solchen photometrischen Instrumente von nur 13 Linien Oeffnung zahlreiche Vergleichungen ausgeführt. Wegen der Lichtschwäche der Scheiben konnte er mit dem kleinen Instrument indessen nur Verglei-

chungen von Sternen bis zur vierten Gröfse vornehmen, während er mit demselben Sterne neunter Gröfse sehen konnte. Dasselbe ungünstige Verhältnifs ergiebt sich für Instrumente mit gröfserer Oeffnung, so würde man mit einem Fernrohr von 8,01 Zoll Oeffnung nur Sterne der achten Gröfsenklasse vergleichen können. Es verdient bemerkt zu werden, dafs Hr. Steinheil bereits im Jahre 1835 in seiner Abhandlung „Elemente der Helligkeitsmessung" angegeben hat, dafs man das Photometer als Ocularapparat an jedes beliebige Fernrohr anbringen kann. Wenn man nun auf diese Weise die gröfsten Fernröhre in Photometer umwandelt, so könnte man doch nicht weiter mit den Vergleichungen als bis zur achten Sterngröfse gehen. Aus diesem Grunde bringt der Verfasser in diesem Aufsatz ein altes Princip wieder zur Geltung, nämlich „die Sterne direct im Bilde vergleichbar zu machen". Das ist bisher nicht gelungen, weil man sich stets bemühte, dem Objective, welches den helleren Stern zeigte, durch „Verengung der Oeffnung" Licht zu entziehen. Diese Methode ist theoretisch unrichtig, denn je kleiner die Oeffnung eines Objectivs bei gleicher Brennweite gemacht wird, desto gröfser erscheint das Beugungsscheibchen des Fixsterns. So wird denn häufig der kleine Stern ein stechender Lichtpunkt, während der hellere zur matten Scheibe von erheblichem Durchmesser geworden ist. Es versteht sich von selbst, dafs eine Vergleichung dieser zwei ungleichartigen Erscheinungen nicht möglich ist.

Man sieht also ein, dafs eine Vergleichung der Helligkeit der Sterne im Bilde nur dann möglich ist, wenn sich der Vergleichungsstern so seiner Intensität nach verändern liefse, dafs er stets mit dem zu vergleichenden Sterne eine vollkommen gleich grofse Beugungsscheibe zeigte.

Um dies zu erreichen, nahmen wir an, dafs das Verhältnifs der Oeffnung zur Brennweite für beide Fernröhre, die die zu vergleichenden Sterne im Gesichtsfelde zeigen sollen, genau dasselbe sei. Der Durchmesser des Objectivs des Hauptfernrohrs sei aber viermal gröfser, als der des Nebenfernrohrs. Richten wir beide Fernröhre nach demselben Stern, so würde der Angularwerth für die Beugungsscheibe bei dem grofsen Objectiv viermal kleiner sein, als bei dem kleinen Objectiv. Nun betrach-

ten wir aber beide Bilder zugleich mit demselben Ocular. Dies vergröfsert für das grofse Fernrohr viermal so stark, als für das kleine, es erscheinen daher die Durchmesser beider Beugungsflächen gleich grofs. Indessen bringt das grofse Objectiv 16 mal mehr Licht ins Auge, als das kleine. Aus dieser Ursache wird seine Beugungsscheibe gröfser erscheinen. Könnten wir nun dem grofsen Objectiv (gleichmäfsig in seiner ganzen Fläche) so viel Licht entziehen, bis beide Objective gleich viel Licht aufnehmen, so müfsten auch ihre Beugungsflächen gleich grofs werden, weil die gröfsere Lichtmenge des einen, die sie allein ungleich machte, entfernt wäre. Diese gleichmäfsige Lichtentziehung erreicht Hr. Steinheil durch Verkleinerung des Bildes. Das Fernrohr, das den Vergleichungsstern zeigen und beliebig verkleinern soll, ist zu dem Ende mit einem Ocular versehen, das gegen den Stern gerichtet ist. Mit dem Ocular des Hauptfernrohrs sieht man in dieses Fernrohr in umgekehrter Lage hinein. Das dem Stern zugekehrte Ocular besteht aus zwei Linsen, die man beliebig nähern kann. Diese Linsen müssen dem Objectiv des Vergleichungssterns stets volles Licht zuführen, aber dieses um so mehr zerstreut, also weniger intensiv, je weiter sie von einan der abstehe. Das Objectiv des Vergleichungssterns bringt nun ein zweites Bild desselben in dem Brennpunkt des grofsen Fernrohrs hervor. Das Ocular des grofsen Fernrohrs zeigt also beide Bilder zugleich deutlich. *Hg.*

---

18. Interferenz, Polarisation, krystallographische Optik.

Descloizeaux. Mémoire sur la crystallisation et la structure intérieure du quartz. Mém. d. sav. étrang. XV. 404-614. Siehe Berl. Ber. 1855. p. 296.

J. Grailich und V. v. Lang. Untersuchung über die physikalischen Verhältnisse krystallisirter Körper. — Orientirung der optischen Elasticitätsaxen in den Krystallen des rhombischen Systemes. Wien. Ber. XXVII. 3-77, XXXI. 85-129; Inst. 1858. p. 433-433.

Es enthält dieser Aufsatz eine übersichtliche Zusammenstellung von zum grofsen Theil neuen Beobachtungen und Messungen, welche an einer sehr zahlreichen Reihe von Krystallen des zwei und zweigliedrigen (rhombischen) Systemes angestellt sind, und sowohl über die Krystallform- als über den optischen Charakter Aufschlufs geben. Ein Paar Beispiele mögen genügen, um von den Angaben, welche man bei den einzelnen Krystallen findet, und von der übersichtlichen Art und Weise, in welcher dieselben hingestellt sind, eine Vorstellung zu geben.

Für Kaliumeisencyanid (rothes Blutlaugensalz), Kaliumcobaldcyanid und Kaliummangancyanid ist angegeben.

1) Die chemische Zusammensetzung:

$$3KCy + Fe_2Cy_3, \quad 3KCy + Co_2Cy_3, \quad 3KCy + Mn_2Cy_3.$$

2) Das Längenverhältnifs der krystallographischen Axen. Dieses ist für alle drei Krystalle dasselbe; daher bei allen dieselbe Formel:

$$a : b : c = 1 : 0{,}7725 : 0{,}6220.$$

Zu bemerken ist, dafs durchgängig mit a die gröfste, b die mittlere und c die kleinste Krystallaxe bezeichnet wird ($a > b > c$).

3) Ferner findet sich für alle drei Krystalle folgendes Schema angegeben:

$$\mathfrak{A}\ \mathfrak{B}\ \underset{+}{\mathfrak{C}}.$$

Um die Bedeutung dieses Symbols zu verstehen, mufs zunächst bemerkt werden, dafs 𝔄 𝔅 ℭ die optischen Hauptaxen

(d. ist die drei auf einander senkrechten Linien, welche Fresnel Elasticitätsaxen nannte) vorstellen; ferner, dafs stets mit 𝔄 die gröfste, mit 𝔅 die mittlere, und mit ℭ die kleinste dieser Axen bezeichnet wird (𝔄 > 𝔅 > ℭ). Man kann nun aus dem vorstehenden Schema unmittelbar entnehmen, in welcher Reihenfolge die optischen Hauptaxen den Krystallaxen parallel sind. Es ist nämlich die Gruppirung, welche die Buchstaben 𝔄 𝔅 ℭ in dem Schema eines Krystalles haben, immer so gewählt, dafs die in erster, zweiter und dritter Stelle aufgeführte optische Hauptaxe respective mit der gröfsten, mittleren und kleinsten Krystallaxe parallel ist. Bei den oben angeführten drei Krystallen ist demnach, dem angegebenen Schema zufolge, 𝔄 parallel mit der gröfsten Krystallaxe *a*, 𝔅 parallel mit der mittleren Krystallaxe *b*, und ℭ parallel mit der kleinsten Krystallaxe *c*. (Anders verhält es sich z. B. beim Topas. Hier ist das Schema 𝔅, 𝔄, ℭ, weil 𝔅 parallel mit *a*, 𝔄 parallel mit *b*, und ℭ parallel mit *c* ist.)

Aufserdem ist aus dem Schema unserer drei Krystalle

𝔄 𝔅 ℭ
+

noch zu entnehmen, dafs dieselben eine positive Doppelbrechung besitzen, wie solches durch das unter den Buchstaben ℭ gesetzte Zeichen + markirt is. Durchgängig wird nämlich dem Axenschema ein + oder — Zeichen beigefügt, je nachdem der betreffende Krystall positive oder negative Doppelbrechung besitzt; und zwar wird dasselbe stets unter den Buchstaben derjenigen optischen Hauptaxe gesetzt, welche den spitzen Winkel der optischen Axen halbirt.

4) Bei allen drei Krystallen findet sich die Formel

$$\varrho < v$$

vor. ϱ bedeutet den Winkel der optischen Axen für rothes, und v die Gröfse dieses Winkels für violettes Licht. Der vorstehenden Formel zufolge ist demnach die Dispersion der optischen Axen in unsern drei Krystallen der Art, dafs bei jedem derselben die Axen für rothes Licht von denen für violettes Licht eingeschlossen werden.

5) Der Winkel der optischen Axen beim Austritt in die Luft beträgt für weisses Licht:

70° 30′ 32° 30′ *

6) Folgende Angaben finden sich vor über die Farbe, respective den Pleochroïsmus des durchgehenden Lichtes:

$\mathfrak{A}$ orange, farblos, ähnlich wie beim Blutlaugensalz,
$\mathfrak{B}$ hyacinthroth,
$\mathfrak{C}$ kirschroth.

7) Hinsichtlich der Absorption ist bemerkt:

$\mathfrak{C}_{,} > \mathfrak{B}_{,} > \mathfrak{A}_{,}$ * $\mathfrak{C}_{,} > \mathfrak{B}_{,} > \mathfrak{A}_{,}$

d. h. Bei dem ersten und dritten der aufgeführten Krystalle erleiden die Strahlen, welche mit der Geschwindigkeit $\mathfrak{C}$ fortgehen, eine stärkere Absorption, als die Strahlen, welche die Geschwindigkeit $\mathfrak{B}$ besitzen; und diese wiederum eine stärkere Absorption, als die mit der Geschwindigkeit $\mathfrak{A}$ den Krystall durchlaufenden.

8) Endlich sind noch Messungen und Abbildungen der Krystallformen nebst Angaben über die Blätterdurchgänge hinzugefügt. *N.*

J. Grailich und V. v. Lang. Untersuchungen über die physikalischen Verhältnisse krystallisirter Körper. Orientirung der magnetischen Verhältnisse in Krystallen des rhombischen Systemes. Wien. Ber. XXXII. 43-67.

Dieser Aufsatz enthält die Resultate von Beobachtungen, welche an einer grofsen Reihe von Krystallen des zwei und zweigliedrigen Systems angestellt sind. Für jeden Krystall ist angegeben:

1) ob derselbe para- oder diamagnetisch ist,

2) welche Stellung der Krystall annimmt, wenn derselbe zwischen den Polen eines starken Magneten der Art aufgehängt ist, dafs eine seiner Krystallaxen, etwa die Axe *a*, vertical steht, der Krystall sich also um diese ungehindert drehen kann,

3) welche Stellung der Krystall annimmt, wenn bei der Aufhängung desselben eine andere Krystallaxe z. B. *b* vertical steht,

4) welche Stellung endlich der Krystall annimmt, wenn die dritte Krystallaxe, die Axe *c*, vertical steht,

5) meistentheils findet sich auch bemerkt, welche Lage die optischen Axen bei jeder der drei eben erwähnten Gleichgewichtsstellungen einehmen.

Im Ganzen sind 29 Krystalle untersucht. *N.*

J. Grailich und V. v. Lang. Untersuchungen über die physikalischen Verhältnisse krystallisirter Körper. — Ueber die Beziehungen zwischen Krystallform, Substanz und physikalischem Verhalten. Wien. Ber. XXXIII. 369-450.

I. Ueber die Formänderung der Krystalle durch Veränderung der Temperatur.

1) Sind *OA*, *OB*, *OC* die durch irgend einen im Krystall angenommenen Punkt 0 gelegten Krystallaxen, also Linien, welche im Allgemeinen schiefwinklig gegen einander geneigt sind; und sind *abc* die Segmente, welche irgend eine Krystallfläche auf diesen Axen abschneidet: so sind bekanntlich die Segmente für jede andere Krystallfläche von der Form *ha*, *kb*, *lc*, wo *h*, *k*, *l* einfache rationale Zahlen vorstellen. — Geht man von der gewöhnlichen Temperatur Θ zu irgend einer andern Temperatur Θ' über, so werden sich die Richtungen der Krystallaxen *OA*, *OB*, *OC* und gleichzeitig auch die Längen *a*, *b*, *c* ändern; ungeändert dagegen werden die ganzen Zahlen *h*, *k*, *l* bleiben, weil dieselben ihrer Natur nach einer continuirlichen Aenderung unfähig sind.

Wenn demnach

$$\frac{x}{ha} + \frac{y}{kb} + \frac{z}{lc} = 1$$

die Gleichung einer Krystallfläche für die Temperatur Θ ist, und darin unter x, y, z die mit den Axen *OA*, *OB*, *OC* parallelen Coordinaten verstanden werden; so ist die Gleichung derselben Krystallfläche für die Temperatur Θ' folgende:

$$\frac{x'}{ha'} + \frac{y'}{kb'} + \frac{z'}{lc'} = 1,$$

wo *h*, *k*, *l* dieselben ganzen Zahlen, wie in der ersten Gleichung

vorstellen, ferner a', b', c' die Werthe sind, welche a, b, c für die Temperatur Θ' annehmen, und wo endlich unter x', y', z' diejenigen Coordinaten zu verstehen sind, welche den der Temperatur Θ' entsprechenden Richtungen OA', OB', OC' parallel laufen. Sind also

$$h,\ k,\ l,\quad h_1,\ k_1,\ l_1,\quad h_2,\ k_2,\ l_2$$

die Zahlen für irgend drei Krystallflächen, so sind die Gleichungen derselben

einerseits für die Temperatur Θ:

$$(E)\ \ldots\ldots \begin{cases} \dfrac{x}{ha}+\dfrac{y}{kb}+\dfrac{z}{lc}=1 \\ \dfrac{x}{h_1 a}+\dfrac{y}{k_1 b}+\dfrac{z}{l_1 c}=1 \\ \dfrac{x}{h_2 a}+\dfrac{y}{k_2 b}+\dfrac{z}{l_2 c}=1, \end{cases}$$

andererseits für die Temperatur Θ':

$$(E')\ \ldots\ldots \begin{cases} \dfrac{x'}{ha'}+\dfrac{y'}{kb'}+\dfrac{z'}{lc'}=1 \\ \dfrac{x'}{h_1 a'}+\dfrac{y'}{k_1 b'}+\dfrac{z'}{l_1 c'}=1 \\ \dfrac{x'}{h_2 a'}+\dfrac{y'}{k_2 b'}+\dfrac{z'}{l_2 c'}=1. \end{cases}$$

Die Bedingungen dafür, daſs die drei Ebenen (E) eine Zone bilden, ist, wie sich leicht ergiebt, folgende:

$$\begin{vmatrix} \dfrac{1}{ha} & \dfrac{1}{kb} & \dfrac{1}{lc} \\ \dfrac{1}{h_1 a} & \dfrac{1}{k_1 b} & \dfrac{1}{l_1 c} \\ \dfrac{1}{h_2 a} & \dfrac{1}{k_2 b} & \dfrac{1}{l_2 c} \end{vmatrix} = 0$$

oder wenn man mit abc multiplicirt, folgende:

$$(G)\ \ldots\ldots \begin{vmatrix} \dfrac{1}{h} & \dfrac{1}{k} & \dfrac{1}{l} \\ \dfrac{1}{h_1} & \dfrac{1}{k_1} & \dfrac{1}{l_1} \\ \dfrac{1}{h_2} & \dfrac{1}{k_2} & \dfrac{1}{l_2} \end{vmatrix} = 0.$$

Stellt man ferner die Bedingungsgleichung dafür auf, dafs die Ebenen (E') eine Zone bilden, so ergiebt sich hier, wie man augenblicklich sieht, genau dieselbe Gleichung, nämlich wiederum die Gleichung (G). Sind also die neun Zahlen h, k, l, h_1, k_1, l_1, h_2, k_2, l_2 so beschaffen, dafs sie der Gleichung (G) Genüge leisten, so bilden die durch diese Zahlen repräsentirten Krystallflächen nicht allein während der Temperatur Θ, sondern auch während der Temperatur Θ^1 eine Zone. Hiermit ist das in dem vorstehenden Aufsatz hingestellte Gesetz:

„Ein System von Krystallflächen, das bei irgend einer Temperatur eine Zone bildet, bleibt auch bei jeder andern Temperatur zu einer Zone verbunden",

bewiesen, allerdings in anderer Art als dort.

2) Neumann hat in Pogg. Ann. XXVII. 240. nachgewiesen, dafs es im Gyps drei aufeinander senkrechte thermische Axen giebt, d. h., dafs es in diesem Krystall drei Richtungen giebt, welche auf einander senkrecht bleiben, während die Temperatur von 18° C. auf 100° C. ansteigt. Die Herren Grailich und v. Lang bestreiten das Vorhandensein solcher Richtungen; sie behaupten nämlich, dafs ein Krystall des zwei und eingliedrigen Systems auf einander rechtwinklige thermische Axen besitzen oder nicht besitzen wird, je nachdem ein gewisser Ausdruck:

$$\mathfrak{A}_1^4 - 4\mathfrak{A}\mathfrak{A}_1 \cos\varphi \cos\varphi_1 (\mathfrak{A}^2 + \mathfrak{A}_1^2) - 2\mathfrak{A}^2\mathfrak{A}_1^2 (1 - 2\cos^2\varphi - 2\cos^2\varphi_1) + \mathfrak{A}^4$$

(auf dessen Bedeutung und Entstehung hier näher einzugehen überflüssig sein würde; siehe p. 386) positiv oder negativ ist; dafs dieser Ausdruck für Gyps aber negativ wäre, folglich in Gyps keine auf einander senkrechten thermischen Axen existiren. — Es läfst sich jedoch nachweisen, dafs der Werth des vorstehenden Ausdrucks stets positiv ist, und dafs also demzufolge (der Ansicht der Herren Grailich und v. Lang entgegen) im Gyps, wie in jedem andern Krystall des zwei und eingliedrigen Systems auf einander senkrechte thermische Axen vorhanden sein müssen. Zu diesem Zweck braucht man nur zu beachten, dafs jener Audruck identisch ist mit folgendem:

$$(\mathfrak{A}_1 - \mathfrak{A})^2 \cdot [(\mathfrak{A}_1 - \mathfrak{A})^2 + 4\mathfrak{A}\mathfrak{A}_1 (1 - \cos\varphi \cos\varphi_1)] + 4\mathfrak{A}^2\mathfrak{A}_1^2 (\cos\varphi - \cos\varphi_1)^2,$$

dafs aber in diesem alle Terme für sich positive Werthe besitzen.

(Die Gröfsen $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{A}_1$ sind nämlich ihrer Bedeutung nach reell und positiv.)

II. Dispersion der optischen Hauptaxen in Krystallen der klinoëdrischen Systeme.

Bei der Theorie der Aetherbewegung in irgend einem Krystalle handelt es sich, insoweit jene Bewegung aus ebenen parallelen Wellen besteht, um die Ermittelung der Abhängigkeit, in welcher die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Undulationsrichtung einer Welle einerseits zur Lage der Wellenebene, andererseits zur Undulationsdauer des betrachteten Lichtes stehen. Bezeichnet man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle mit S; ferner die Cosinus der von ihrer Normale mit den Axen irgend eines rechtwinkligen Coordinatensystems x, y, z eingeschlossenen Winkel mit u, v, w; sodann die Cosinus der Winkel, unter welchen die Richtung der in der Welle stattfindenden Undulationen gegen jene Coordinatenaxen geneigt ist, mit A, B, C; endlich die Undulationsdauer des Lichtes mit τ: so ergeben sich für die in Rede stehende Abhängigkeit im Allgemeinen drei Gleichungen von folgender Form:

$$(G) \quad \ldots \quad \begin{cases} P_{11}\cdot A + P_{12}\cdot B + P_{13}\cdot C = s^2\cdot A \\ P_{21}\cdot A + P_{22}\cdot B + P_{23}\cdot C = s^2\cdot B \\ P_{31}\cdot A + P_{32}\cdot B + P_{33}\cdot C = s^2\cdot C, \end{cases}$$

wo

$$P_{ki} = P_{ik} = p_{ki}^{(2)} + \frac{p_{ki}^{(4)}}{\lambda^2} + \frac{p_{ki}^{(6)}}{\lambda^4} + \cdots$$

$$\lambda = s\cdot\tau$$

ist, und $p_{ki}^{(n)}$ eine ganze homogene Function $n$ten Grades von u, v, w bezeichnet, deren Coefficienten constante, allein von der individuellen Natur des betrachteten Krystalls abhängige Werthe besitzen.

Für Krystalle des zwei und eingliedrigen Systems werden nun in dem vorliegenden Aufsatz die Gleichungen (G) in zweiter Annäherung entwickelt; d. h. es werden von den P_{ki} die beiden ersten Terme

$$P_{ki} = p_{ki}^{(2)} + \frac{p_{ki}^{(4)}}{\lambda^2}$$

berechnet. Das Coordinatensystem ist dabei so gewählt, dafs die

auf einander senkrechten Axen x und z beliebige, mit der Symmetrieebene des Krystalls parallele Lagen besitzen, folglich die y Axe mit der Normale der Symmetrieebene zusammenfällt. Nachdem diese Rechnung ausgeführt ist, werden die Gleichungen (G) insbesondere auf den Fall angewendet, dafs die Wellenebene mit der Symmetrieebene parallel ist, also auf den Fall, dafs $u = 0$, $v = 1$, $w = 0$ ist. Auf diese Weise ergiebt sich für die Werthe der Winkel $\psi_1 \psi_2$, unter welchen die in der Symmetrieebene liegenden optischen Hauptaxen gegen die x Axe des Coordinatensystems geneigt sind, eine Formel von folgender Gestalt:

$$\operatorname{tg} 2\psi_1 = \operatorname{tg} 2\psi_2 = \frac{A + B\lambda^2}{A' + B\lambda'^2},$$

wo A, B, A', B' Constante sind. Damit ist die Abhängigkeit hingestellt, in welcher die Lage dieser beiden optischen Hauptaxen zur Wellenlänge des Lichtes steht. Experimenteller Prüfung ist das Gesetz nicht unterworfen worden.

III. Isomorphie.

Aus den Untersuchungen der Herren Grailich und v. Lang ergeben sich folgende Gesetze:

1) „Die isomorphen (zum zwei und zweigliedrigen System gehörigen) Krystalle einer Kaliumverbindung und der correspondirenden Ammoniumverbindung sind einander in optischer Beziehung um so ähnlicher, je gröfser die Menge des beiden gemeinschaftlichen Bestandtheiles im Vergleich mit der Menge des in ihnen enthaltenen Kaliums oder Ammoniums ist".

Das Gesetz ist jedoch nicht frei von Ausnahmen.

2) „Wird von irgend zwei isomorphen Krystallen des zwei und zweigliedrigen Systems zuerst der eine, sodann der andere zwischen den Polen eines Magneten aufgehängt; und zwar der Art, dafs die verticale Axe, um welche sich im ersten Fall der eine, im zweiten Fall der andere drehen kann, in beiden Fällen mit derselben Krystallaxe parallel ist: so sind die resultirenden Gleichgewichtslagen beider Krystalle einander parallel, wenn dieselben entweder beide paramagnetisch oder beide diamagnetisch sind; hingegen senkrecht auf einander, wenn der eine Krystall para-, der andere diamagnetisch ist".

Wenn sich also z. B. irgend ein Krystall, welcher so aufgehängt ist, dafs die Krystallaxe *a* vertical steht, mit der Axe *b* axial stellt, so wird sich ein anderer, mit diesem isomorpher, Krystall in derselben Weise einstellen, falls die Krystalle entweder beide diamagnetisch oder beide paramagnetisch sind. Es wird sich dagegen der letztere so einstellen, dafs seine Axe *b* äquatorial steht, falls von den beiden Krystallen der eine para-, der andere diamagnetisch ist.

Dieses Gesetz wird ohne Ausnahme durch alle bis jetzt untersuchten isomorphen Krystalle des zwei und zweigliedrigen Systems bestätigt, d. i. im Ganzen durch sechs Gruppen von je zwei oder je dreien solcher Krystalle. *N.*

V. v. Lang. Die Aenderungen der Krystallaxen des Arragonits durch die Wärme, berechnet aus Rudberg's Beobachtungen. Wien. Ber. XXXIII. 577-588; Inst. 1859. p. 105-105.

Die Beobachtungen Rudberg's und die sich diesen anschliefsenden Rechnungen des Hrn. v. Lang beziehen sich auf drei Arragonitprismen, deren jedes einer Krystallaxe parallel ist. Um die Vorstellung zu fixiren, mag eines dieser Prismen, nämlich das mit der kleinsten Krystallaxe *c* parallele, näher betrachtet werden.

Von Budberg liegen über dieses Prisma folgende Messungen vor. Pogg. Ann. XVII. 1, XXVI. 291:

Für eine Temperatur von 18° C. ist gemessen:

1) Der Winkel der brechenden Kante des Prismas:

$$A = 41^\circ\ 34'\ 32''.$$

2) Die Minimumablenkung, welche der ungewöhnliche Strahl durch das Prisma erleidet:

$$D = 25^\circ\ 44'\ 16''.$$

3) Die Werthe der Hauptbrechungsindices: α, β, γ.

Ferner ist für die Temperatur von 81,5° C. gemessen:

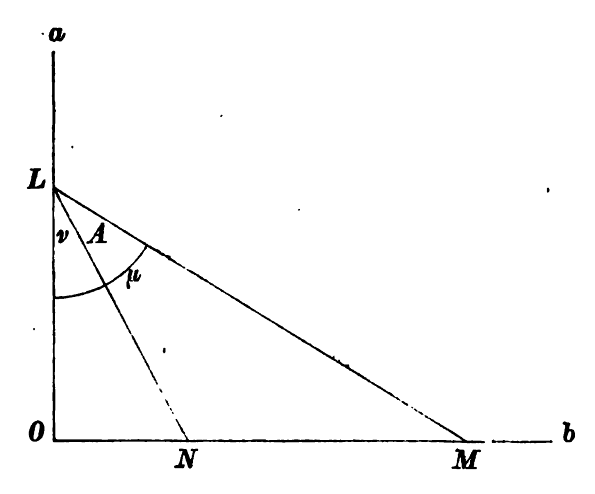
4) Der Winkel der brechenden Kante des Prismas:

$$A' = 41^\circ\ 33'\ 51''.$$

Unmittelbar geben diese Messungen also keinen Aufschlufs

über die Lage, welche die mit c parallelen Prismaflächen in Bezug auf die beiden andern Krystallaxen a und b besitzen. Durch Rechnung läfst sich aber, wie Hr. v. Lang zeigt, diese Lage aus den Messungen 1), 2), 3) vollständig bestimmen. Es ergeben sich aus ihnen für die Winkel μ, ν, welche die Prismaflächen mit der (gröfsten) Krystallaxe a machen, folgende Werthe:

$$\mu = 88^\circ\ 37'\ 55'',$$
$$\nu = \mu - A = 47^\circ\ 3'\ 23''.$$



Die Rechnung, welche zu diesen Werthen führt, kann hier nicht wiedergegeben werden. Ein Paar Worte werden aber genügen, um darzuthun, dafs es in der That möglich ist, den Winkel μ aus den Messungen 1), 2), 3) zu bestimmen. Gesetzt, es wären die Hauptbrechungsindices α, β, γ; ferner der Winkel A der brechenden Kante; endlich der Winkel μ bekannt: so würde damit das optische Verhalten des Prismas vollständig bestimmt sein. Es mufs sich also, wenn die Werthe von α, β, γ, A, μ bekannt sind, daraus die Minimumablenkung D ermitteln lassen. Folglich mufs sich auch allgemein, wenn irgend fünf von den sechs Gröfsen α, β, γ, A, μ, D gegeben sind, aus diesen die sechste berechnen lassen, also z. B. μ, wenn α, β, γ, A, D gegeben sind, wie das hier der Fall ist.

Nunmehr kann man mit Hülfe der Winkel μ, ν und mit Hülfe des in 4) angegebenen Winkels A' den Quotienten:

$$\frac{b'}{a'} \cdot \frac{a}{b}$$

bestimmen, wo a, b, c die Längen der Krystallaxen für 18° C. und a', b', c' die Längen derselben für 81,5° C. vorstellen, nämlich auf folgende Weise. Bezieht sich die nebenstehende Figur auf die Temperatur 18° C., und bezeichnet man mit L' denjenigen Punkt der Axe a, und mit M', N' diejenigen Punkte der Axe b, nach welchen respective die Punkte L, M, N fortgerückt sind, sobald die Temperatur von 18° C. auf 81,5° C. gestiegen ist; ferner mit μ', ν' die Werthe der Winkel μ, ν für die Temperatur 81,5° C., so ist:

$$\frac{OL}{a} = \frac{OL'}{a'}, \quad \frac{OM}{b} = \frac{OM'}{b'}, \quad \frac{ON}{b} = \frac{ON'}{b'},$$

und daraus durch Division:

$$\frac{b}{a}\frac{OM}{OL} = \frac{b'}{a'}\frac{OM'}{OL'}, \quad \frac{b}{a}\frac{ON}{OL} = \frac{b'}{a'}\frac{ON'}{OL'}$$

oder, was dasselbe ist:

$$\frac{b}{a}\operatorname{tg}\mu = \frac{b'}{a'}\operatorname{tg}\mu', \quad \frac{b}{a}\operatorname{tg}\nu = \frac{b'}{a'}\operatorname{tg}\nu'$$

oder auch:

$$\frac{b'}{a'}\frac{a}{b} = \frac{\operatorname{tg}\mu}{\operatorname{tg}\mu'}, \quad \frac{b'}{a'}\frac{a}{b} = \frac{\operatorname{tg}\nu}{\operatorname{tg}\nu'}.$$

Diese beiden Gleichungen, in Verbindung mit der Gleichung

$$\mu' - \nu' = A'$$

sind ausreichend, um die drei in ihnen enthaltenen unbekannten Gröfsen:

$$\mu', \quad \nu', \quad \frac{b'}{a'}\frac{a}{b}$$

zu berechnen. Und damit ist dann der Quotient, um welchen es sich hier handelt, bestimmt. Hr. v. LANG findet auf diese Weise:

$$\frac{b'}{a'} \cdot \frac{a}{b} = 1{,}000407,$$

oder

$$\text{I.} \quad \dots\dots \quad \frac{b'}{a'} = \frac{b}{a} \cdot 1{,}000407.$$

In ähnlicher Weise ergiebt sich aus den Messungen, welche RUDBERG für ein mit der a Axe paralleles Prisma angestellt hat:

II. . . . . $\frac{c'}{b'} = \frac{c}{b} \cdot 0{,}999269$,

und endlich aus den Messungen für ein mit der *b* Axe paralleles Prisma:

III. . . . . $\frac{c'}{a'} = \frac{c}{a} \cdot 0{,}999726$.

Diese drei Formeln erlauben eine Prüfung. Die Multiplication von I. und II. giebt nämlich:

$$\frac{c'}{a'} = \frac{c}{a} \cdot 0{,}999676,$$

eine Formel, welche von III. nur wenig abweicht.

Schliefslich werden diese Resultate in Vergleich gestellt mit denjenigen, welche sich aus MITSCHERLICH's Messungen ergeben. Diese letztern Messungen beziehen sich auf die Temperaturen 17,5° C. und 142,5° C.; und geben für die diesen beiden Temperaturen entsprechenden Axenverhältnisse $a:b:c$ und $a'':b'':c''$ folgende Werthe:

$$a : b : c = 1 : 0{,}720781 : 0{,}622490,$$
$$a'' : b'' : c'' = 1 : 0{,}751997 : 0{,}621745.$$

Und daraus ergiebt sich durch Interpolation für das der Temperatur 81,5° C. entsprechende Axenverhältnifs $a' : b' : c'$ der Werth:

$$a' : b' : c' = 1 : 0{,}721403 : 0{,}621992.$$

Das Resultat, welches man auf Grund von MITSCHERLICH's Messungen erhält, ist demnach schliefslich folgendes:

$$\frac{b'}{a'} = \frac{b}{a} \cdot 1{,}000864,$$

$$\frac{c'}{a'} = \frac{c}{a} \cdot 0{,}999200.$$

In Betreff der Differenz, welche zwischen diesen Zahlen und den vorhin aus RUDBERG's Messungen abgeleiteten Zahlen stattfindet, bemerkt Hr. v. LANG, dafs möglicherweise die Aenderung der Quotienten $\frac{b}{a}$ und $\frac{c}{a}$ bei steigender Temperatur zu ungleichmäfsig fortschreite, um aus den Werthen dieser Quotienten für die Temperaturen 17,5° C. und 142,5° C. die Werthe derselben für eine dazwischen liegende Temperatur 81,5° durch Interpolation bestimmen zu können; demzufolge dann die Ablei-

tung der Werthe von $\frac{b'}{a'}$, $\frac{c'}{a'}$, aus den Messungen von Mitscherlich unstatthaft sein würde. *N.*

V. v. Lang. Ueber die Minimumablenkung der Lichtstrahlen durch doppeltbrechende Prismen. Wien. Ber. XXXIII. 155-162.

Aus einem doppelt-brechenden (optisch ein- oder zweiaxigem) Krystall sei ein Prisma geschnitten, und zwar der Art, dafs die den brechenden Winkel desselben einschliefsenden Flächen symmetrisch zu einer der drei, auf einander senkrechten, optischen Hauptebenen des Krystalls liegen. Es soll also die Halbirungsebene des brechenden Winkels mit einer dieser drei Hauptebenen zusammenfallen, übrigens aber die Lage, welche die brechende Kante in dieser Hauptebene einnimmt, ganz beliebig sein.

Es falle nun Licht auf die eine Prismafläche, durchlaufe den Krystall, und trete zur andern Prismafläche wieder aus. *A* sei die Wellenebene des einfallenden Lichtes; *B* eine der beiden Wellenebenen, welche im Innern des Krystalles entstehen; und *C* die mit *B* correspondirende austretende Wellenebene. Für den Fall nun, dafs *A*, mithin auch *B* und *C* der brechenden Kante parallel sind, ergiebt sich aus der Untersuchung des Hrn. von Lang folgender Satz:

Die Ablenkung, welche die Wellenebene beim Durchlaufen des Prismas erleidet (d. i. der Neigungswinkel von *C* gegen *A*), wird ein Minimum, sobald man der einfallenden Wellenebene *A* eine solche Lage giebt, dafs die im Innern des Krystalls erregte Wellenebene *B* mit der Halbirungsebene des brechenden Winkels parallel ist. *N.*

F. C. Wace. On the coincidence of the two rays in a double refracting medium. Qu. J. of Math. III. 47-52.

Ein doppelt brechendes und ein einfach brechendes Medium mögen in einer Ebene an einander grenzen. Man denke sich die Punkte construirt, bis zu welchen Strahlen, die von irgend einem in der Grenzebene angenommenen leuchtenden Punkte *O* nach allen Seiten hin ausgesandt werden, während der Zeitein-

heit vordringen. Diese Punkte bilden in ihrer Gesammtheit im Allgemeinen drei gesonderte Flächenstücke, von welchen zwei — sie mögen F_1 und F_2 genannt werden — im doppelt brechenden Medium liegen, das dritte — es mag F heifsen — dem einfach brechenden Medium angehört, und die Form einer Halbkugel besitzt.

Es handelt sich darum, einen die Flächen F_1 und F_2 respective in den Punkten p_1 und p_2 treffenden Radius vector Op_1p_2 von solcher Lage zu construiren, dafs die Tangentialebene der einen Fläche im Punkte p_1 und die Tangentialebene der andern Fläche im Punkte p_2 einander in einer Linie λ schneiden, welche in der Grenzebene der beiden Medien liegt. Ist nämlich solches ausgeführt, und legt man nun durch die Linie λ eine Tangentialebene an die Halbkugel F, so ist, wenn p den Tangirungspunkt bezeichnet, pO die Richtung eines Strahles, welcher bei seinem Uebergange in das doppelt brechende Medium die beiden Strahlen Op_1 und Op_2 erzeugt, also zwei Strahlen hervorruft, die ihrer Richtung nach zusammenfallen. Aus dieser Betrachtung ergiebt sich übrigens unmittelbar, dafs der Punkt p; mithin auch der Strahl pO unter Umständen imaginär sein wird, nämlich dann, wenn der Abstand der Linie λ von O kleiner ist, als der Radius der Halbkugel F.

Die Untersuchung des Hrn. Wace beschränkt sich auf den Fall, dafs das doppelt brechende Medium optisch einaxig ist, die Axe desselben aber gegen die Grenzebene eine beliebige Neigung besitzt. Zunächst läfst sich unmittelbar erkennen, dafs in diesem Fall die Richtungen pO und Op_1p_2, um welche es sich hier handelt, im Hauptschnitt des Krystalls, d. h. in einer Ebene liegen müssen, welche mit der optischen Axe parallel läuft und gegen die Grenzebene senkrecht steht. Hr. Wace entwickelt die Formel, welche erforderlich ist, um die Lage des Strahles Op_1p_2 im Hauptschnitt näher zu bestimmen, und findet, dafs je nach der Gröfse des Winkels, welche die optische Axe mit der Grenzebene macht, entweder zwei Richtungen Op_1p_2 existiren, oder gar keine. Ob übrigens im ersten Falle, wenn zwei solche Richtungen vorhanden sind, nun auch die beiden zugehörigen Richtungen pO im einfach brechenden Medium existiren,

hängt noch von Umständen ab, da, wie oben bemerkt wurde, der Punkt *p* imaginär sein kann. *N.*

J. Grailich. Krystallographisch - optische Untersuchungen. Wien und Olmütz 1858. p. 1-236.

Hr. Grailich giebt in diesem Werke seine optischen und krystallographischen Untersuchungen an einer sehr grofsen Anzahl von meistens künstlichen Krystallen. Jeder Krystall wird einzeln abgehandelt. In optischer Beziehung wird namentlich auch auf Flächenfarbe, Farbenschiller, Pleochroismus und Fluorescenz, ferner auf die Lage der optischen Axen, sowie auch auf das optische Verhalten der Lösungen der Krystalle Rücksicht genommen. Wir können nicht auf das überaus reiche und übersichtlich zusammengestellte Material hier näher eingehen, wollen aber doch einzelnes aus dem allgemeinen Theil, der die angewandten Methoden enthält, angeben. Der Verfasser bespricht die mechanische Behandlung der Krystalle; er zeigt die Mittel, wie man spröde Krystalle sicher schneiden, schleifen und poliren kann. Krystallplatten, deren Oberflächen sich an der Luft verändern, oder denen man keine hohe Politur zu geben vermag, werden durch angeklebte Glasplättchen geschützt. Anstatt des hierzu gebräuchlichen Kittes (Terpentins oder Canadabalsams) wendet Hr. Grailich eine Lösung von Mastix und Canadabalsam in Aether an. Diese hat den Vortheil, dafs sie weder zu rasch, noch zu langsam erhärtet.

Handelte es sich darum, eine Substanz auf Absorption und Dispersion zu untersuchen, so wandte Hr. Grailich meistens Sonnenlicht an, da man in dem Spectrum desselben an den Fraunhofer'schen Linien feste Anhaltspunkte hat. Um aber dergleichen Beobachtungen auch, wenn die Sonne nicht scheint, und das Tageslicht nicht ausreicht, anstellen zu können, schlug der Verfasser einen anderen Weg ein. Das Licht einer Laterne diente als Lichtquelle. Ehe dieses Licht auf das doppelt brechende Prisma oder das mit einer Flüssigkeit gefüllte Hohlprisma fiel, wurde es durch einen mit parallelen Glaswänden

versehenen Cylinder geleitet, der mit salpetrigsaurem Gas gefüllt war. Die Lage der dadurch entstehenden Absorptionsstreifen zu den Linien des Sonnenspectrums bestimmt Hr. GRAILICH ein für alle Mal. Diese Bestimmung mufste übrigens gemacht werden, da BREWSTER's Beobachtungen sich auf die Lage der Absorptionslinien beziehen, wenn Sonnenlicht auffällt, während, wie gesagt, hier eine Oellampe als Lichtquelle angewandt wurde.

Zur Ermittelung der Brechungsindices der Flüssigkeiten wurde theils ein Hohlprisma benutzt, theils, wo es auf Näherungsbestimmungen ankam, das von NEUMANN angegebene Verfahren befolgt. Dasselbe besteht bekanntlich darin, dafs man den Winkel der optischen Axen eines Krystalles (Aragonit) in freier Luft zuerst bestimmt und dann den Axenwinkel aufs neue mifst, indem der Krystall in die Flüssigkeit taucht. Aus beiden gemessenen Winkeln ergiebt sich dann der Brechungsindex der Flüssigkeit.

Zur Beobachtung der Fluorescenz wandte Hr. GRAILICH eine Kapsel an, welche nur zwei Seitenöffnungen hatte. Durch die eine, welche mit verschiedenen farbigen Gläsern bedeckt werden konnte, fiel das Sonnenlicht auf den am Boden der Kapsel liegenden Krystall, während durch die andere Oeffnung der letztere auf seine Fluorescenz beobachtet werden konnte. Der Krystall am Boden der Kapsel kann durch eine Gradeintheilung am Bodenrande beliebig gegen die Einfallsebene gestellt werden.

Als Anhang zu seinem Werke giebt Hr. GRAILICH eine Zusammenstellung der bekannten Methoden, vermittelst deren man den Charakter der Doppelbrechung (d. h. ob der Krystall positiv oder negativ ist) bestimmen kann. Ferner befindet sich hier ein Aufsatz über die „Orientirung der Elasticitätsaxen in den Krystallen des rhombischen Systems" (siehe oben), sowie auch die Arbeit „Ueber den Zusammenhang zwischen der Aenderung der Dichten und der Brechungsexponenten in Mischungen von Flüssigkeiten" (siehe oben). *Hg.*

J. Schabus. Krystallologische Untersuchungen. Wien. Ber. XXIX. 441-449.

Für den Physiker von Interesse möchten wohl in dieser Arbeit die Oberflächenfarben sein, die bei gewissen Jodäthylverbindungen auftreten. Die Aenderung der Farbe mit dem Einfallswinkel ist genau beschrieben. *Hg.*

Handl, v. Lang, Murmann. Krystallographische Untersuchungen. Wien. Ber. XXVII. 171-181.

In dieser krystallographischen Arbeit finden wir folgendes für die Optik Interessante: Bei den Krystallen des chromsauren Magnesiaammoniaks findet schon bei gewöhnlicher Temperatur das statt, was man bisher nur beim Gyps und Glauberit und zwar bei erhöhter Temperatur gefunden hat; nämlich die Ebene der optischen Axen liegt für rothes Licht senkrecht zur Symmetrieebene, während die für grünes Licht in diese Ebene selbst fällt. Dabei ist der Axenwinkel für beide Farben so grofs, dafs diese Substanz wohl die gröfste bisher beobachtete Dispersion besitzen mag. Man sehe Sénarmont's Versuche. Berl. Ber. 1850, 51. p. 446. *Hg.*

Descloizeaux. Sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes pour la détermination des espèces crystallisées. (2e mémoire.) Ann. d. mines (5) XIV. 339-420†.

— — Propriétés optiques biréfringentes des corps cristallisés. Inst. 1858. p. 111-112†.

— — Détermination des formes crystallines et des propriétés optiques de l'Hureaulite. Ann. d. chim. LIII. 293-302†.

— — Propriétés optiques biréfringentes et forme cristalline de la liroconite. Inst. 1858. p. 420-423†.

Diese Arbeiten bilden die Fortsetzung der bereits früher besprochenen. (Siehe Berl. Ber. 1857. p. 249). Auch hier werden die optischen Eigenschaften als wesentliche Charakterisirung der Mineralien behandelt. Das in diesen Arbeiten hinzugekommene Beobachtungsmaterial ist bedeutend und verdient besonders in krystallographischer Hinsicht Beachtung. *Hg.*

P. Zech. Notiz über die innere conische Refraction. Pogg. Ann. CIV. 188-189; Phil. Mag. (4) XVI. 159-160.

Hr. Zech beobachtete mittelst des Mikroskops die innere conische Refraction selbst bei Medien, die nur schwach brechen. Die Krystallplatte, senkrecht zu einer optischen Axe geschliffen, wird auf einer Seite mit Stanniol belegt und so unter das Mikroskop gebracht, dafs man die Fläche des Stanniols deutlich durch den Krystall hindurch erkennen kann. Wird jetzt das Stanniol von oben durch den Krystall hindurch stark beleuchtet, so sieht man eine Menge glänzender Ringe, die Bilder der reflectirenden Theile des Stanniols. Durch Messen der Ringe wurden für die Weite der Kegelöffnungen gefunden:

	Beobachtet.	Berechnet.
bei Weinsäure	4° 21′	
Zucker	0 55	
Diopsid	0 54	
Salpeter	0 45	0° 46′ 25″
Gyps	0 18	17 25
Arragonit	1 52	1 55 —

Hg.

D. Brewster. On the use of amethyst plates in experiments on the polarization of light. Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 13-13†; Inst. 1858. p. 362-362.

Um die Lage der ursprünglichen Polarisationsebene zu bestimmen, beobachtete man früher die Stellung des analysirenden Prismas, wo die Intensität des Lichtes ein Minimum war; ein vollständiges Verlöschen des Bildes war schwieriger zu erreichen, da man selten vollkommen homogenes Licht zur Disposition hatte. Soleil legte der Akademie der Wissenschaften im Jahre 1845 seine glückliche Entdeckung der Doppelquarzplatte vor, welche gestattete, obige Aufgabe auch bei Anwendung von weifsem Licht mit grofser Schärfe zu lösen. Hr. Brewster bemerkt hier, dafs er eine ähnliche Idee schon 1819 in der Royal Society of Edinburgh mitgetheilt habe. Anstatt die Platte aus einem rechts drehenden und einem links drehenden Quarz künst-

lich zusammenzusetzen, habe er damals eine einzelne Amethystplatte angewandt, in der schon die beiden Arten des Quarzes durch die Natur verbunden wären. Hr. Brewster hat die betreffende Stelle aus seiner früheren Arbeit hier wörtlich abdrucken lassen. *Hg.*

Schlagdenhauffen et Freyss. Essai sur la marche générale des franges dans les lames minces de quartz et de spath taillées sous une inclinaison quelconque à l'axe optique. C. R. CVI. 1136-1139.

Die citirte Stelle enthält einen von den beiden Verfassern selbst gegebenen Auszug eines der Akademie überreichten Memoires, dessen Gegenstand die Verfolgung des allmäligen Ueberganges der kreisförmigen isochromatischen Curven in die hyperbolischen war, welchen die einaxigen Krystallplatten zwischen zwei Nicols zeigen, wenn die optische Axe nach und nach aus der zur Ein- und Austrittsfläche senkrechten Lage in die parallele übergeht. Von der allgemeinen (für alle Axenlagen geltenden) Gleichung der isochromatischen Curven wird nur angegeben, dafs sie die Form

$$Ay^2 + Bx^2 + Cx + D \pm \frac{\delta}{e} = 0$$

habe, mit dem Bemerken, dafs das + oder — Zeichen gelte, je nachdem der Krystall positiv oder negativ sei, dafs ferner die Coefficienten A, B, C, D von zu complicirter Beschaffenheit seien, um die Discussion der Gleichung unter dieser allgemeinen Form zu gestatten, und dafs sie daher dieselbe nur auf zwei besondere Fälle, auf den Quarz und den Kalkspath, als Repräsentanten der positiven und negativen Krystalle, angewendet hätten.

Bedeutet n die ganze (positive oder negative) Zahl halber Wellenlängen, um welche sich in einer der isochromatischen Curven die zur Interferenz kommenden gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen im Gange unterscheiden (und zwar die positive Zahl, wenn der gewöhnliche Strahl, die negative Zahl, wenn der ungewöhnliche Strahl der voreilende ist), so nennen die Verfasser n die Ordnung der durch die Gleichung repräsentirten Franse.

Der allgemeine Gang der Curven erwies sich nun bei der Discussion der Gleichung als derselbe für positive und negative Krystalle, nur mit dem Unterschiede, dafs die Fransen der 1sten, 2ten, 3ten .... Ordnung, in den einen den Fransen der — 1sten, — 2ten, — 3ten, ... Ordnung in den andern entsprechen.

Die Umwandlungen der Fransen, wenn die Neigung der Axe allmälig von 90° zu 0° übergeht, insbesondere sind dann folgende.

Zu Anfang, wo die Franse 0ter Ordnung sich auf den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes reducirt, seien die Ringe der Reihe nach von der — 1sten, — 2ten, — 3ten, ... Ordnung. Sobald die Neigung der optischen Axe gegen die Austrittsfläche dann zunimmt, dehnen sich die Fransen aus, und gehen in sich mehr und mehr in der Richtung des Hauptschnitts verlängernde Ellipsen über, die concentrisch und einander ähnlich sind, deren Centrum aber nach der Seite hin rückt, nach welcher hin sich die Axe gegen die Austrittsfläche nähert, während dem sich aus der Mitte allmälig neue Ellipsen der 0ten, + 1sten, + 2ten .... Ordnung entwickeln. Die Entfernung der Mitte der Ellipsen wächst allmälig ins Unendliche, und die Fransen werden demzufolge parabolisch, und zwar bei einer Neigung der Axe, die unabhängig von der Dicke des Krystalls ist und sich nur nach den Brechungsverhältnissen richtet. Diese Neigung beträgt etwa 56° für den Quarz, und 45° für den Kalkspath. Die parabolischen Fransen haben gleiche Form und sind unter sich gleich weit von einander entfernt. Der Scheitel der Franse der 0ten Ordnung befindet sich in einer bestimmten Entfernung von der Mitte, entgegengesetzt der Seite, auf welcher sich die Parabeln geöffnet haben; die Parabeln positiver Ordnung befinden sich innerhalb, die Parabeln negativer Ordnung aufserhalb jener neutralen Parabel.

Bei weiterer Neigung der Axe gehen die Parabeln in Hyperbeln über, deren Axen im Hauptschnitt liegen. Das allen Hyperbeln gemeinschaftliche Centrum tritt, aus dem Unendlichen kommend, allmälig ins Gesichtsfeld, und erreicht endlich dessen Mitte, wenn die Neigung der Axe Null geworden ist. Ferner sind wiederum die Hyperbeln unter sich ähnlich und haben folglich einerlei Asymptoten, deren Winkel allmälig von 0° auf 90°

wächst. Die mit dem Hauptschnitt parallelen Axen sind anfangs reell, nehmen bis auf Null ab und werden dann imaginär, indem sie sich auf ihre Asymptoten reduciren und alsdann in die Supplementwinkel derselben hinübergehen. — Das Centrum der Fransen und die neutrale Franse hängen in keiner Weise mit der Dicke oder der Natur der Farbe zusammen; die übrigen Fransen jedoch ändern mit diesen Elementen ihre Gröfse, ohne ihre Form zu ändern und selbst ohne ihre Aehnlichkeit zu verlieren; sie treten enger an einander mit zunehmender Dicke und mit zunehmender Brechbarkeit der Farbe. Demnach ist die neutrale Franse stets weifs oder schwarz, je nachdem die Hauptschnitte der Nicols parallel oder senkrecht auf einander sind.

Rd.

Potter. On the properties of compound double-refracting rhombs. Phil. Mag. (4) XVI. 419-420.

Anschliefsend an seine frühere Mittheilung (Berl. Ber. 1857. p. 247) macht Hr. Potter noch einige Bemerkungen über das Nicol'sche Prisma. Seine Behauptung im vorigen Aufsatz, dafs eine vollständige Theorie dieses Instrumentes noch nicht gegeben sei, zieht er zurück, da er seitdem eine eingehende Diskussion des Nicol'schen Prismas in Radicke's „Handbuch der Optik" (II. 369) aufgefunden habe. — Ferner giebt er dem gewöhnlichen Nicol'schen Prisma vor dem, bei welchem eine Luftschicht die beiden Theile trennt, zu den meisten Polarisationsversuchen den Vorzug.

Hg.

---

v. Kobell. Stauroskopische Beobachtungen. Münchn. gel. Anz. XLVI. 254-256; Erdmann J. LXXIII. 385-390.

Aus dieser krystallographischen Untersuchung, welche die Fortsetzung einer früheren (Berl. Ber. 1856. p. 270) bildet, theilen wir eine Beobachtung über das krystalloptische Verhalten der Eiszapfen mit. Die Ringe mit dem Kreuz im polarisirten Lichte konnte Hr. v. Kobell nicht bemerken, wann er durch Flächen sah, welche die Längenaxe der Eiszapfen rechtwinklig schnei-

den, dagegen erschien, wenn auch undeutlich, das Ringbild, sobald er rechtwinklig zur Längenaxe durch die Eiszapfen sah.

Hg.

Fernere Literatur.

Babinet. Sur la duplication des images au travers des cristaux biréfringentes à faces parallèles. C. R. XLVII. 400-400†.

W. B. Herapath. On the general character of the jodo-sulphates of the cinchona-alkaloids. J. of chem. Soc. XI. 130-154.

---

19. Circulare und elliptische Polarisation.

A. Arndtsen. Sur la polarisation circulaire de la lumière dans les divers liquides. Ann. d. chim. (3) LIV. 403-421†; C. R. XLVII. 738-740; Pogg. Ann. CV. 312-317†; Cimento IX. 216-217; Cosmos XIII. 637-638.

Die einfachste Methode, die Circularpolarisation einer Substanz zu bestimmen, ist offenbar die, dafs man direct die Drehung der Polarisationsebene ermittelt. Zu dem Zweck läfst man homogenes Licht horizontal durch ein feststehendes Nicol'sches Prisma gehen, sodann durch ein Nicol'sches Prisma, das aber in einem verticalen getheilten Kreise steckt und mittelst des Verniers um seine Axe gedreht werden kann. Man merkt sich die Angabe des Nonius in der Stellung, bei welcher das durchgehende Licht vollständig verschwindet. Schaltet man jetzt zwischen beide Nicols die circularpolarisirende Substanz ein und dreht das zweite Nicol'sche Prisma wieder bis zum Verschwinden des Lichtes, so giebt der Drehungswinkel die Gröfse der Drehung der Polarisationsebene an. Der Grund, warum gewöhnlich und namentlich zu technischen Zwecken complicirtere Apparate zur Anwendung kommen, liegt darin, dafs man bei jener einfachen Methode mit intensivem homogenen Licht arbeiten mufs, während bei den andern bekannten Apparaten das Licht

einer ARGAND'schen Lampe genügt. Bei Anwendung des Sonnenspectrums ist die beschriebene Methode, vorausgesetzt, dafs man gute NICOL'sche Prismen zur Disposition hat, die genaueste. Dieser bediente sich auch Hr. ARNDTSEN. Das Sonnenlicht, vom Heliostaten reflektirt, ging durch eine schmale Spalte und dann durch die NICOL'schen Prismen. Das Licht wurde durch ein Schwefelkohlenstoffprisma, das sich vor dem Auge befand, zerlegt. Schaltet man nun zwischen die beiden NICOL'schen Prismen die drehende Substanz ein und dreht das eine Nicol, so geht ein schwarzer Streifen durch das Spectrum. Dreht man das Nicol so lange, bis dieser Streifen zusammenfällt mit einer der FRAUNHOFER'schen Linien, so giebt die Stellung des Nicols die Drehung der Substanz für diese bestimmte Linie an.

Zucker. BIOT fand (Berl. Ber. 1852. p. 295), dafs die moleculare Rotationskraft des Rohrzuckers zunimmt mit steigender Menge des Lösungsmittels; Hr. ARNDTSEN ist durch einige früher angestellte Versuche zu dem entgegengesetzten Resultat gekommen. Um diesen Widerspruch zu lösen, nimmt er hier die Untersuchung wieder auf. Es wurden drei verschiedene Lösungen aus reinstem Candiszucker dargestellt, deren Zuckermengen waren resp. 0,3, 0,4 und 0,6. Diese Lösungen sind in folgender Tabelle mit 1, 2, 3 bezeichnet. Als Einheit der Länge ist 100^{mm} angenommen. Die Rotationskräfte (ϱ) sind, wie man sieht, für verschiedene FRAUNHOFER'sche Linien bestimmt.

	ϱ					
	C	*D*	*E*	*b*	*F*	*e*
1	53,30°	66,86°	85,57°	88,52°	101,53°	126,14°
2	53,62	67,33	85,56	88,94	—	—
3	53,32	67,02	85,09	88,23	101,23	126,51
Mittel	53,41	67,07	85,406	88,563	101,38	126,325

Es geht aus dieser Tabelle hervor, dafs die Moleculardrehungskraft des Zuckers constant ist.

Dafs das von BIOT aufgestellte Gesetz

$$\varrho\lambda^2 = \text{const.},$$

wo λ die Wellenlänge des Lichtes bedeutet, dessen Moleculardrehungskraft ϱ ist, nicht richtig ist, ist bekannt. Siehe hierüber WIEDEMANN, Berl. Ber. 1850, 51. p. 469. Hr. ARNDTSEN berechnet

das Product $\varrho\lambda^2$ für Zuckerlösungen, sowie, aus früher erhaltenen Zahlen, für Terpenthin, Gummiarabicum und Quarz. Es wächst das Product mit der Brechbarkeit des Lichtes.

Weinsteinsäure. BIOT giebt an, dafs die Weinsteinsäure die Polarisationsebne des grünen Strahles mehr drehe, als die der übrigen, während doch bei den andern Körpern die Rotation mit der Brechbarkeit der Strahlen zunimmt, also der brechbarste Strahl am meisten gedreht wird. Hr. ARNDTSEN untersucht die Rotationserscheinungen bei der Weinsteinsäure und kommt zu folgenden interessanten Resultaten:

1) Die Rotation hat im Allgemeinen für eine bestimmte Farbe des Spectrums ein Maximum.

2) Dieses Maximum ändert mit der zugesetzten Wassermenge seinen Platz, und zwar nähert es sich mehr und mehr dem violetten Ende des Spectrums, je gröfser die Wassermenge wird.

3) Die Rotationskraft wird für die stärker brechbaren Strahlen negativ, für die schwächer brechbaren positiv, wenn die Wassermenge klein genug wird.

4) Die Rotationskräfte für die verschiedenen Farben lassen sich bei verschienen Concentrationen als lineare Funktionen des Wassergehaltes ausdrücken. Es ist z. B.

$$\text{für } C \quad \varrho = +2{,}748^\circ + 9{,}446^\circ e$$
$$E \quad \varrho = 0{,}153 + 17{,}514\, e$$
$$e \quad \varrho = -9{,}657 + 31{,}437\, e,$$

e bedeutet den Wassergehalt.

Dieses merkwürdige Verhalten der Weinsteinsäure könnte nach Hrn. ARNDTSEN vielleicht darin seinen Grund haben, dafs selbige aus zwei, nur durch die moleculare Constitution verschiedenen Körpern besteht, von denen der eine rechts, der andere links dreht, und deren Rotationen mit verschiedener Geschwindigkeit mit den Wellenlängen zu- oder abnähmen.

Kampher. Hr. ARNDTSEN findet, dafs die Rotationskraft der alkoholigen Kampherlösung mit der Brechbarkeit der Lichtstrahlen in einem weit rascheren Verhältnifs zunimmt, als bei den andern bekannten Körpern. Es findet sich das Verhältnifs der Rotationswinkel der Linien C und e:

$$1 : 4{,}012.$$

Für Zucker ist es:

$$1 : 2,365.$$

Aufserdem kommt der Verfasser zu dem Resultat, dafs sich auch hier die Rotationskraft für jede Farbe als lineare Function der Alkoholmenge darstellen läfst. Also z. B.

$$\text{für } C \quad \varrho = 38,549^\circ - 8,517^\circ e$$
$$E \quad \varrho = 74,331 - 13,427\ e$$
$$e \quad \varrho = 147,696 - 23,457\ e,$$

e bedeutet die Menge des Alkohols in der Einheit des Gewichts.

Hg.

Fernere Literatur.

F. Michaelis. Ueber Rechts- und Linkspolarisationen mit den Instrumenten von Mitscherlich und Soleil. Erdmann J. LXXV. 464-481.

L. Pasteur. Mémoire sur la fermentation de l'acide tartrique. C. R. XLVI. 615-618; Arch. d. sc. phys. (2) II. 68-71; Erdmann J. LXXIII. 457-460.

Berthelot. Sur le tréhalose, nouvelle espèce de sucre. C. R. XLVI. 1276-1279. (Diese Zuckerart soll die Polarisationsebene stärker als alle andere Zuckerarten, mit Einschlufs der Mykose — Berl. Ber. 1857. p. 253 — drehen.)

— — Sur le mélézitose, nouvelle espèce de sucre. C. R. XLVII. 224-227.

---

20. Chemische Wirkung des Lichtes.

Nièpce de Saint-Victor. Deuxième mémoire sur une nouvelle action de la lumière. C. R. XLVI. 448-452, 489-491†; Cosmos XII. 268-274; Erdmann J. LXXIV. 233-244†; Dingler J. CXLVIII. 126-132†; Cimento VII. 202-205; Bull. d. l. Soc. d'enc. (2) V. 156-164; Polyt. C. Bl. 1858. p. 608-617.

— — Troisième mémoire sur une nouvelle action de la lumière. C. R. XLVII. 866-869†; Dingler J. CLI. 130-133†; Cosmos XIII. 675-678†, 759-764†.

NIÈPCE DE SAINT-VICTOR. Quatrième mémoire sur une action de la lumière restée inconnue jusqu' ici. C. R. XLVII. 1002-1006†; DINGLER J. CLI. 435-439†.

E. CHEVREUL. Remarques concernant diverses circonstances de l'action chimiques de la lumière sur les corps; communication faite à l'occasion de celle de M. NIÈPCE. C. R. XLVII. 1006-1011†; DINGLER J. CLI. 440-444†.

O. HAGEN. Verbesserungen in Bezug auf die Anwendung des salpetersauren Uranoxydes in der Photographie. Berl. Monatsber. 1858. p. 290-293†; ERDMANN J. LXXIV. 67-71†; DINGLER J. CXLIX. 437-439; Inst. 1858. p. 268-268; Polyt. C. Bl. 1858. p. 1375-1377.

Ueber die erste Arbeit des Hrn. NIÈPCE, die „eine neue Wirkung des Lichtes betrifft," haben wir bereits im Berl. Ber. 1857. p. 268-270 Bericht erstattet. Was sämmtliche vier Arbeiten des Hrn. NIÈPCE betrifft, so ist man wohl noch nicht darüber einig, wie man die Betrachtungen aufnehmen und erklären soll. Es werden eine grofse Anzahl Thatsachen aneinader gereiht, ohne sie von einem theoretischen Standpunkt aus zu sichten und zu ordnen. Viele der mitgetheilten Beobachtungen sind jedenfalls neu und interessant, sowohl in wissenschaftlicher Hinsicht, als auch in Bezug auf praktische Anwendung. Wenn wir auch mehrere Resultate des Verfassers merkwürdig finden, so scheint uns doch in den Versuchen eine „neue Lichtwirkung" sich nicht zu offenbaren. Bei mehreren findet unter dem Einflufs des Lichtes eine chemische Zersetzung statt, bei andern ist es vielleicht das Phänomen der Phosphorescenz, das den Erscheinungen zu Grunde liegt. Wir erinnern in dieser Beziehung an die neuesten Versuche BECQUEREL's, in denen er zeigt, dafs einzelne Körper nach der Insolation im Dunkeln durch ihre Phosphorescenzstrahlen auf empfindliches photographisches Papier einwirken — ein Resultat, das man erwarten konnte, sobald der Körper mit einem Lichte phosphorescirt, das sich dem violetten Ende des Spectrums nähert. Gehen wir indessen auf die Arbeiten näher ein. In der ersten hatte Hr. NIÈPCE gezeigt, dafs, wenn man einen Kupferstich der Sonne aussetzt und ihn dann im Dunkeln auf empfindliches photographisches Papier legt, auf letzterem eine Abbildung

erscheint. In der zweiten Abhandlung wird ein neues Verfahren beschrieben, die erhaltene Einwirkung des Lichtes sichtbar zu machen. Man nimmt ein Papierblatt, das längere Zeit im Dunkeln gewesen ist, legt es auf ein photographisches negatives Glasbild und setzt das ganze den Sonnenstrahlen aus. Darauf behandelt man das Papier mit einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd. Man erhält sehr bald ein Bild. Hr. Nièpce sagt nun weiter: „Will man ein Bild erhalten, das sich schneller entwickelt und kräftiger ist, so imprägnirt man vorher das Papier mit einer Substanz, welche die in Rede stehende Lichtwirkung mehr erleidet, das Licht so zu sagen mit bleibender Wirksamkeit desselben einspeichert. Eine solche Substanz ist eine Auflösung von salpetersaurem Uranoxyd." Das Papierblatt wird mit soviel Uransalz imprägnirt, dafs es eine strohgelbe Farbe hat. Man legt ein photographisches Negativ auf dasselbe und exponirt es ungefähr während einer Viertelstunde dem directen Sonnenlicht. Behandelt man es im Dunkeln mit verdünnter Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, so erscheint augenblicklich ein intensives Bild. Hr. Nièpce giebt noch an, wie man den braunen Ton in einen schwarzen überführen kann. Zum Fixiren genügt Waschen mit destillirtem Wasser. Referent dieses, der viele Nièpce'schen Versuche wiederholt hat, überzeugte sich auch von der Einfachheit und Vortrefflichkeit dieser photographischen Methode und giebt in oben bezeichnetem Aufsatze die Regeln an, um Bilder in besserem Ton und in bedeutend kürzerer Zeit zu erhalten. Er ist das Ansicht, und bestätigt sie auch durch Versuche, dafs bei obigem Verfahren eine rein chemische Wirkung des Lichtes stattfindet. Die Papierfaser verwandelt unter Einwirkung des Lichtes das Oxyd des Uransalzes in Oxydul und letzteres ist fähig die Gold- und Silbersalze zu reduciren. Ganz ähnliche Wirkungen des Lichtes sind längst bekannt. Ebelmen (Ann. d. chim. (3) V.) zeigte z. B., dafs in einer alkoholigen Lösung des schwefelsauren Uranoxydes unter Einflufs des Lichtes auch die Umwandlung in Oxydul vor sich gehe.

In obigem Versuche kann man nach Hrn. Nièpce anstatt des salpetersauren Uranoxydes auch Weinsteinsäure anwenden. Die Entwicklung des Bildes durch ein Silbersalz geschieht dann

aber langsamer, kann indessen durch Anwendung von Wärme beschleunigt werden. Daſs diese bei diesen chemischen Prozessen, ebenso wie die Feuchtigkeit eine Rolle spielen wird, ist verständlich.

Hr. Nièpce hat seine früheren Versuche (Berl. Ber. 1857. p. 129 unten) über die „Aufspeicherung des Lichtes" in Röhren mit Pappblättern wiederholt, die mit salpetersaurem Uranoxyd oder mit Weinsteinsäure imprägnirt waren. Der Versuch wird hier viel auffallender. Das imprägnirte Pappblatt wird lange der Sonne ausgesetzt, darauf zusammengerollt und in eine enge Röhre von Weiſsblech hineingeschoben, die man dann hermetisch verschlieſst. Nach langer Zeit zeigt sich, wie am ersten Tage, daſs, wenn man die Röhre gegen empfindliches photographisches Papier öffnet, sich der Umkreis der Oeffnung abbildet, freilich erst nach 24 Stunden. Die Abbildung erfolgt in wenigen Minuten, wenn das Pappblatt angefeuchtet war und die Röhre, ehe sie geöffnet wird, einer Temperatur von 40 bis 50° C. ausgesezt war. Die Vermuthung, daſs hier gleichfalls ein chemischer Proceſs stattgefunden habe, liegt nahe. (Man sehe über dieses Experiment Cosmos XIV. 183-184, 272-273, 389-390.) Allerdings möchte man über die Art der hier auftretenden chemischen Wirkung noch in Zweifel sein. Thénard hat in seinem Laboratorium die Nièpce'schen Versuche wiederholen lassen, und machte dabei folgende zwei merkwürdige Beobachtungen (Cosmos XIV. 511-514). Eine Papprolle wurde erst dem Wasserdampf ausgesetzt und dann in eine Röhre aus Weiſsblech geschoben. Nachdem ein Strom von ozonisirtem Sauerstoff in die Röhre geleitet war, wird diese verschlossen. Oeffnete man die Röhre gegen empfindliches, mit salpetersaurem Silberoxyd imprägnirtes Papier, so bildete sich der Umkreis der Oeffnung klar und scharf ab. — Bei dem zweiten Versuch war das Papier in der Röhre empfindlicher, leitete man auf dasselbe einen Strom von activem Sauerstoff, so fand keine Reduction des Silbers statt.

Nièpce deutet darauf hin, daſs die Uransalze sehr fluorescirend sind, während er bei der Weinsteinsäure keine Wirkung der Fluorescenz oder Phosphorescenz habe wahrnehmen können. Er untersucht nun, wie andere Substanzen, auf Pappe gebracht,

die Fähigkeit besitzen, die durch Belichtung verliehene Wirksamkeit aufzubewahren, d. h. auf Silbersalze reducirend einzuwirken. In hohem Grade besitzen jene Fähigkeit: Oxalsäure, Citronensäure, schwefelsaure Thonerde, Jodide, Bromide, arsenige Säure u. s. w. Die Fähigkeit besitzen nicht: Schwefelsaures Chinin, Chlorophyll, Aesculin, Zucker, Thierleim, Kleister u. andere. Da nun die zweite Klasse viele fluorescirende Körper enthält, und die erste keine, so zieht Hr. Niépce den kühnen Schlufs, dafs die Körper, welche die durch Bestrahlung empfangene Wirksamkeit am besten aufbewahren, zur Fluorescenz am wenigsten disponirt sind! Sollte man nicht lieber zu dem Schlufs berechtigt sein, dafs bei einer Klasse von Körpern das auffallende Licht zu einer chemischen Umsetzung verwandt wird, während es bei einer andern Klasse einen rein physikalischen Effect hervorbringt? Wie kann Hr. Niépce noch von der Eigenschaft gewisser Körper sprechen, das Licht im Zustand bleibender Wirkungsfähigkeit einzuspeichern (propriété d'emmagasiner de la lumière dans un état d'activité persistante), wenn er an einem späteren Orte (C. R. XLVI. 489) die richtige Beobachtung macht, dafs das Uransalz, mit dem man Papier imprägnirt hat, sich unter dem Einflufs des Lichtes färbt und unauflöslich wird?

Am Schlusse der zweiten Abhandlung kommt Hr. Niépce auf die Reproduction der Kupferstiche mittelst Phosphordämpfen zu sprechen. Es ist bekannt (Dingler J. CVII. 58, 111), dafs diese Dämpfe die Eigenschaft besitzen, sich auf die Schatten, mit Ausschlufs der Lichter, zu begeben und sich daselbst zu verdichten. Bringt man einen so behandelten Kupferstich in Contact mit Chlorsilberpapier, so bildet sich der Stich ab, indem sich Phosphorsilber bildet.

In der dritten Abhandlung beschreibt Hr. Niépce folgende interessante Beobachtung. Er gofs auf die Bruchflächen eines frisch zerbrochnen Tellers von Porcellan eine Auflösung von geschmolzenem salpetersauren Silberoxyd. Nach einstündiger Insolation konnte man am belichteten Theil nicht die geringste Färbung des Silbersalzes wahrnehmen. Dennoch hatte die Lichteinwirkung stattgefunden, denn, wenn man auf die Bruchfläche des Tellers eine Kochsalzlösung gofs, so sah man, wie sich im

Dunkeln das Chlorsilber an dem insolirten Theile schwärzte. Dasselbe findet statt, wenn man die Bruchflächen des Tellers zuerst mit einer Kochsalzlösung imprägnirt, dann der Sonne exponirt und schliefslich mit dem salpetersauren Silberoxyd behandelt. Anders verhält es sich mit dem Uransalz. Imprägnirt man die Bruchfläche eines frisch zerbrochnen Tellers von Porcellan mit einer Auflösung von salpetersaurem Uranoxyd, so kann man ihn lange exponiren, ohne dafs das Salz die Fähigkeit erlangt, Gold und Silbersalze zu reduciren. Giefst man aber eine Silbersalzlösung mit etwas Stärke oder Gummi auf die Bruchfläche und behandelt selbige mit Eisenvitriol oder Gallussäure, so färbt sich der insolirte Theil. Diese Versuche sind allerdings sehr interessant. Hr. Nièpce spricht das Resultat dieser Versuche folgendermafsen aus. Damit das Licht auf die organischen oder anorganischen Körper wirkt, müssen sie sehr fein zertheilt sein, und damit die auf eine anorganische Substanz ausgeübte Lichtwirkung sich zeige durch eine Färbung oder Reduction der Metallsalze, ist die Gegenwart einer organischen Substanz nothwendig, wenn nicht das Metallsalz aus Chlor-, Brom- oder Jodsilber besteht. Der Verfasser giebt hier, wie auch im Anfange seiner vierten Abhandlung noch mehrere Beispiele, die alle zu derselben Gattung gehören. Interessant ist folgendes: Man leime gewöhnliches Papier mit Stärkemehl und insolire es während drei Stunden; mit Lacmustinctur behandelt, röthet es sich im belichteten Theile. Legt man das Papier auf Wasser, so dringt letzteres in den belichteten Theil sehr schnell ein; also entleimt sich das Papier auch unter dem Einflufs des Lichtes. Mit thierischem Leim geht der Versuch schwieriger. Wir übergehen nun die folgenden Beobachtungen, die manches schätzbare Material enthalten, und führen noch einzelnes an über den Einflufs der Feuchtigkeit auf die in Rede stehenden Processe. Die Feuchtigkeit wirkt, wie die Wärme, beschleunigend. Man insolire zwei Stücke Baumwollenzeuge, das eine befeuchtet, das andere trocken. Giefst man nach der Insolirung auf die Zeuge eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, so reducirt sich das Silber bedeutend schneller auf dem vorher angefeuchteten Stücke. Hat man anstatt mit Silbersalz, mit Uransalz die Zeuge imprägnirt, so

findet durch Insolation eine bedeutende Schwächung der Zeuge statt, besonders wenn sie vorher angefeuchtet waren. Diese Schwächung dauert fort, wenn man die so behandelten Zeuge an einen dunkeln Ort bringt, zu dem aber die Luft freien Zutritt hat. Der Procefs wird sofort unterbrochen, wenn man die Zeuge durch eine Silbersalzlösung zieht. Durch die Reduction des Silbersalzes färben sich die Zeuge und die Schwächung hört auf.

Die Erdarten erhalten durch Insolirung auch die Eigenschaft, auf empfindliches Papier einzuwirken.

Hr. Chevreul discutirt in der oben angegebenen Arbeit die Nièpce'schen Versuche, offenbar mit dem Nebenzweck, seine eigenen Versuche (Mém. d. l'Acad. d. Sciences XVI. 53) wieder in Erinnerung zu bringen. Er theilt die chemischen Processe, die durch das Licht herbeigeführt werden, in zwei Klassen:

1) Das Licht wirkt allein, entweder um einen Körper zu zersetzen oder um zwei zu verbinden. Ein Beispiel ist das Goldoxyd, das, im luftleeren Raum dem Licht ausgesetzt, sich in Gold und Sauerstoff zerlegt. Oder auch das Chlorwasserstoffgas, das sich im Sonnenschein augenblicklich aus beiden Gasen bildet.

2) Das Licht wirkt gemeinschaftlich mit einem Körper auf einen aus mehreren Stoffen bestehenden Körper. Chevreul hat gezeigt, dafs der gröfste Theil der dem Licht zugeschriebenen Zersetzungen nicht von der Lichtwirkung allein, sondern von der gleichzeitigen Wirkung des Lichtes, des Sauerstoffs und der Feuchtigkeit herrührt. So wird der Orleansfarbstoff nicht gebleicht durch das Licht im luftleeren Raum, auch nicht durch die Luft im Dunkeln, wohl aber, wenn Licht und Luft zugleich einwirken.

Hr. Chevreul stellt die Frage auf, ob der Sauerstoff vom Lichte in analoger Weise modificirt wird, wie es beim ozonisirten Sauerstoff der Fall ist. In dieser Beziehung führten wir bereits oben (p. 285) die Beobachtung von Thénard an. — Ferner hebt Chevreul die interessanteren Beobachtungen Nièpce's hervor, und kommt schliefslich zu der Frage, ob man bei diesen Versuchen zu unterscheiden hat:

1) Eine Wirksamkeit, die einem anorganischen Körper eigen ist, auf welchen das Licht nicht chemisch reagirt und der seine durch dasselbe erlangte Wirksamkeit im Dunkeln behält. (Wir nehmen den Fall der sichtbaren Phosphorescenz hier aus, weil es sich bei diesem nicht um die hier in Rede stehende „Wirksamkeit" handelt. Nur falls der Körper mit chemisch wirksamen Strahlen phosphorescirt, gehört er hierher. Siehe oben p. 283.)

2) Eine Wirksamkeit, welche das Resultat einer langsamen chemischen Wirkung ist, die das Licht in belichteten Körpern veranlafst. *Hg.*

J. Béclard. Note relative à l'influence de la lumière sur les animaux. C. R. XLVI. 441-443†; J. d. pharm. 1858. p. 309-311.

Diese Untersuchung betrifft den Einflufs der verschiedenen Theile des Sonnenspectrums auf die thierische Entwicklung. *Hg.*

W. R. Grove. Photographie naturelle. Cosmos XII. 49-50†.

Einwirkung des Lichtes auf die Farbe der Forellen. *Hg.*

---

21. Optische Apparate.

C. Zeiss. Ueber eine Erscheinung in Mikroskopen bei schiefer Beleuchtung der Objecte. Pogg. Ann. CIII. 654-656†.

Heschl. Ueber die seitliche Verschiebung des Bildes im Mikroskope bei schiefer Beleuchtung. Pogg. Ann. CV. 295-298†.

Hr. Zeiss theilt die Beobachtung mit, dafs, wenn man ein Mikroskop auf ein Object einstellt, das Bild dieses Objectes sich bei schiefer Beleuchtung während der Einstellung seitlich verschiebt, was bei gerader Beleuchtung nicht stattfindet. Er bittet die Physiker um Erklärung dieser Erscheinung.

Hr. HESCHL fügt dieser Beobachtung eine andere, in Bezug auf mikrometrische Messung sehr beachtungswerthe Erscheinung hinzu: Man stelle das Mikroskop bei grader Beleuchtung scharf auf ein Object ein, und schiebe, ohne sonst etwas am Instrument zu rühren, den Spiegel zur Seite, es tritt dadurch auch eine seitliche Verschiebung des Bildes des Objectes ein. Die Erklärung, die Hr. HESCHL von dieser Erscheinung giebt, ist wohl nicht richtig. Die richtige scheint uns PLACE gegeben zu haben (POGG. Ann. CVI. 641), auf die wir im nächsten Jahrgang zurückkommen werden. *Hg.*

M. C. WHITE. Application of polarized light to the microscope. SILLIMAN J. (2) XXVI. 391-392†.

Die Polarisationseinrichtung bei Mikroskopen ist gewöhnlich so, dafs sich ein NICOL'sches Prisma unter dem Tischchen des Instrumentes befindet und das andere über dem Objectivglas. Letzteres mufs ziemlich breit sein, damit es möglich viel Licht vom Objectiv hindurchläfst. Man ist also gezwungen, gröfsere Prismen anzuwenden, welche das Bild nicht unbedeutend seitlich verschieben. Um diesem letzteren Uebelstande abzuhelfen, bringt Hr. WHITE in dem Körper des Mikroskops ein zweites Prisma von denselben Dimensionen an, dessen Hauptschnitt mit dem des ersteren einen Winkel von 180° bildet. Hierdurch wird die seitliche Verschiebung aufgehoben. Das zweite Prisma kann ein gewöhnliches Kalkspathprisma sein. *Hg.*

PORRO. Note sur un hélioscope nouveau. C.R. XLVI. 133-135†.

Wir finden in diesem Aufsatz eine nähere Auskunft über das Berl. Ber. 1857. p. 274 erwähnte Helioskop. Dieses hat eine ganz ähnliche Construction, wie das NEWTON'sche Spiegelteleskop. Der grofse Hohlspiegel ist aber hier aus unbelegtem Glase, so dafs also von der Licht- und Wärmemenge, die auf den Spiegel fällt, nur ein sehr kleiner Theil reflectirt wird. Dieser reflectirte Theil fällt nun nicht auf einen Metallspiegel, sondern auf eine Platte von Crownglas, die auf den Polarisationswinkel eingestellt

ist. Ehe das Licht zum Ocular kommt, fällt es noch auf eine ähnliche zweite Platte, die man in Beziehung zur ersten beliebig einstellen kann. Die beiden Platten dienen also als Polarisationsapparat. Allerdings kann man durch dieses Instrument den Glanz der Sonne beliebig schwächen, ohne das Licht der Sonne dadurch in seiner Farbenzusammensetzung zu ändern. Freilich wäre ein Ocularapparat, den man an jedes beliebige Fernrohr schrauben könnte, und der dabei auch diesen Zweck erfüllt, vorzuziehen. Der Vorschlag von POHL (Berl. Ber. 1857. 248), zwei Turmalinplatten zur Schwächung des Lichtes zu benutzen, erfüllt nicht die hier aufgestellte Bedingung der Farblosigkeit. *Hg.*

L. FOUCAULT. Sur les télescopes en verre argenté. Inst. 1858. p. 151-151, p. 161-161, p. 186-186, p. 221-221; C. R. XLVII. 205-207†; Cimento VIII. 132-139.

— — Déscription des procédés employés pour reconnaître la configuration des surfaces optiques. C. R. XLVII. 958-959†; Cosmos XIII. 749-752; Phil. Mag. (4) XVII. 151-152.

Hr. FOUCAULT hat seine Bestrebungen (siehe Berl. Ber. 1857. p. 272), vollkommenere Spiegelteleskope mit Anwendung der versilberten Glashohlspiegel zu erhalten, fortgesetzt. Zunächst giebt er an, dafs sich der erste von ihm dargestellte Silberspiegel schon bereits 15 Monate unverändert erhalten hat, und knüpft hieran seine Hoffnung, dafs man diese Art der Hohlspiegel jetzt allmälig zu astronomischen Zwecken benutzen werde. Die Hauptbestrebung Hrn. FOUCAULT's geht nun dahin, da es bei diesen Spiegeln nur auf die accurate Herstellung einer Fläche ankommt, diese möglichst vollkommen darzustellen. Er überzeugte sich, dafs bei sorgfältig verfertigten sphärischen Hohlspiegeln sich doch Fehler zeigten, dafs also durch das Poliren Unregelmäfsigkeiten entstehen. Um diese wahrzunehmen, braucht man nur in den Krümmungsmittelpunkt des Spiegels einen Lichtpunkt zu stellen, und das Bild dieses Punktes, das also bei sphärischen Spiegeln auf dieselbe Stelle fällt, mit einer scharfen Loupe zu betrachten. Man sieht dann um das Bild eine ungleichförmige Glorie. Durch Ab-

schleifen und Abpoliren der betreffenden Stellen durch bestimmte mechanische Operationen erhält Hr. Foucault allmälig einen immer fehlerfreieren Spiegel. Aus solchem sphärischen Spiegel stellt er sich einen elliptischen dar und zwar wiederum durch locale Abänderungen. Die Methode, die er anwendet, um die Stellen, die verändert werden müssen, herauszufinden, ist folgende. Er stellt sich einen Lichtpunkt her und zwar nicht genau im Krümmungsmittelpunkt des Spiegels, sondern etwas näher an der Fläche. Das Bild rückt dadurch weiter fort und zeigt eine Aberration. Jetzt wird so lange geschliffen, bis diese Aberration verschwindet und das Bild zum Punkt wird. Dasselbe Verfahren befolgt man nun nacheinander, indem man den leuchtenden Punkt der Fläche näher bringt und die Aberrationsscheibe immer wieder zum Punkt verkleinert. So geht dann schliefslich der elliptische Spiegel in einen parabolischen über. Ein auf diese mühsame Weise dargestellter nahe parabolischer Spiegel von 33^{cm} Durchmesser und 2,25^{m} Brennweite wurde zu einem Spiegelteleskop verwandt, das sich vortrefflich bewährte. γ Andromedae löste sich in zwei Sterne auf, und bei ruhiger Luft löste sich einer derselben wieder in zwei auf. Die Lage der drei Sterne zeigte sich genau als dieselbe, wie sie Struve mit seinem grofsen Fernrohr zu Pulkowa beobachtet hatte. Es zeigt dieses Beispiel, wie weit hier schon die Aberration verringert ist. *Hg.*

Strauss-Durkheim. Rapport sur un modèle de machine à tailler les verres optiques suivant des courbures quelconques. C. R. XLVI. 967-968.

Diese Notiz enthält eine vorläufige Mittheilung über das Modell einer Maschine, mit deren Hülfe man beliebige Rotationsflächen herstellen will. Während das zu schleifende Glas schnell rotirt, wird ein Stichel so in einer Curve darüber fortgeführt, dafs dadurch allmälig die Oberfläche des Glases die der Curve entsprechende Rotationsfläche annimmt. *Hg.*

STEINHEIL. Ueber seine Verbesserung der Objective. Münchn. gel. Anz. XLVI. 262-264, 265-267.

Hr. STEINHEIL will zur Herstellung einer besseren Achromasie und einer Verringerung der sphärischen Aberration die Objective aus vier Linsen zusammenstellen, zwei Crown- und zwei Flintglaslinsen. Wie die Rechnung ihm zeigte, vereinigt dieses Objectiv Strahlen, welche parallel zur Axe am Rande, in ⅜ Entfernung von der Axe und in der Axe einfallen und zwar für zweierlei Brechbarkeit, also im Ganzen 6 Strahlen. *Hg.*

W. H. MILLER. On a substitute for the reflective goniometer. Phil. Mag. (4) XV. 517-518; POGG. Ann. CVII. 495-496.

Die hier auseinandergesetzte Methode, ohne Reflexionsgoniometer Krystallwinkel zu messen, ist ähnlich wie die von CASAMAJOR (Berl. Ber. 1857. p. 274-275). In Beziehung auf das Detail der Methode verweisen wir auf das Original. *Hg.*

AUGUST. Beschreibung zweier Sonnenuhren, des Skiostats und der Fenestrole. DINGLER J. CXLIX. 12-16; Polyt. C. Bl. 1858. p. 1342-1346.

Der von Hrn. AUGUST construirte Skiostat leistet wohl alles, was man überhaupt bei einer Sonnenuhr erreichen kann. Man kann nämlich mit demselben an jedem Ort, zu jeder Tageszeit und ohne zu seiner Aufstellung eine Mittagslinie oder eine Bussole zu gebrauchen, die richtige Zeit finden. Durch den Schatten eines Zeigers (des Tageszeigers) wird die Sonnenuhr erst in die richtige Lage gebracht. *Hg.*

Fernere Literatur.

J. PORRO. Nouveau micromètre à lignes lumineuses réfléchies pour les instruments d'astronomie. C. R. XLVI. 325-327.

SECCHI. Essai de différents micromètres. C. R. XLVI. 1079-1080.

Petzval. Ueber das neue Landschafts- als Fernrohrobjectiv. Wien. Ber. XXXI. 213-225.

Heussi. Ueber eine Verbesserung an den Repetitionstheodoliten und Nivellirinstrumenten. Pogg. Ann. CIV. 443-448.

Lissajous. Beschreibung der Stereoskope von Wheatstone und Brewster und der verschiedenen von J. Duboscq verbesserten stereoskopischen Apparate. Polyt. C. Bl. 1858. p. 846-851.

C. L. Gerling. Darstellung aller Polarisationsbewegungen und einer zweiten verwandten Wellenbewegung durch Zusammensetzung zweier Schraubenbewegungen, nebst Nachricht von einem Apparat dazu. Pogg. Ann. CV. 175-210; Cosmos XIV. 149-149.

Invention de chambre obscure. Cosmos XII. 50-51.

---

22. Physiologische Optik.

L. L. Vallée. Mémoires sur la vision. III. Propositions relatives à l'oeil. Mém. d. sav. étr. XV. 98-118†.

— — IV. Sur les yeux des cataractés, quant au calcul des réfractions dans le vivant. Mém. d. sav. étr. XV. 119-140†.

Wir haben die Hauptsache der vorliegenden Arbeiten schon im Berl. Ber. 1852. p. 308 angeführt, und sind trotz der Ausführlichkeit der Abhandlungen zu keiner bessern Einsicht gelangt.

Hr. Vallée giebt sich alle Mühe, den Grund für die (gar nicht bestehende) vollkommene Achromasie des Auges in einem Umstande zu finden, der aller Erfahrung nach nicht richtig ist. Es sollen die Brechungsindices der Linse nicht, wie bisher alle Versuche ergeben haben, von den äufsern Schichten nach den innern hin zunehmen, sondern abnehmen. Auch soll der Glaskörper in der Nähe der Retina stärker brechen als in der Nähe der Linse. Wir können den theoretischen Gründen des Verfassers ebenso wenig Werth beilegen, als den allgemeinen Betrach-

lungen, welche er über die Wichtigkeit seiner Lehre anstellt. Wir wünschen sehnlichst Versuche, welche sorgfältiger und zuverlässiger sind, als die bisher bekannt gewordenen. Für solche wären wir dem Hrn. Vallée sehr dankbar. *Bu.*

A. W. Volkmann. Ueber den Einfluſs der Uebung auf das Erkennen räumlicher Distanzen. Leipz. Ber. X. 38-69†.

Diese Arbeit beschäftigt sich nur vorübergehend mit den durch das Auge wahrgenommenen Distanzen, eigentlich blos um zu beweisen, daſs für Tast- und Gesichtssinn dasselbe Gesetz existire.

Die Versuche sind mit Hülfe eines höchst genauen Schraubenmikrometers angestellt worden, welcher so eingerichtet ist, daſs zwei parallele Dräthe von 0,045^{mm} Durchmesser einander bis zur Berührung genähert oder beliebig von einander entfernt werden können. Das Instrument gestattet eine Verschiebung der Dräthe, um 0,01^{mm} direct abzulesen und 0,001^{mm} zu schätzen.

Sämmtliche Versuche sind bei Lampenlicht angestellt worden. Der Mikrometer hatte eine feste Stellung vor dem Milchglase einer Stelllampe, so daſs die Dräthe als schwarze Fäden auf weiſsem Grunde erschienen. Die Sehweite war constant 300^{mm}. Es zeigte sich bald, daſs die Entfernung der Dräthe in verschiedenen Versuchen verschieden ausfiel, und daſs für das Auge so wenig, als das Getast eine kleinste erkennbare Distanz in absolutem Sinne existirt.

Die beigefügten Zahlen lassen recht deutlich ersehen, wie sich die Wahrnehmung mit der Uebung schärft. *Bu.*

A. W. Volkmann. Ueber das Vermögen, Gröſsenverhältnisse zu schätzen. Leipz. Ber. X. 173-204†.

An die Frage nach dem Wahrnehmen der Unterschiede schlieſst sich die nach dem Wahrnehmen der Verhältnisse zweier Gröſsen an.

Hr. Volkmann hat mit groſser Sorgfalt und in ausgedehnten Versuchsreihen die Frage nach verschiedenen Seiten untersucht.

Die räumlichen Gröfsen, mit welchen er operirte, waren in allen Fällen durch den Zwischenraum zweier Parallellinien gegeben. Eine zwischen diesen beiden Grenzlinien befindliche verschiebbare dritte Parallellinie erlaubte die gegebene Distanz in zwei beliebig grofse Theile zu zerfällen. Die Aufgabe jedes einzelnen Versuchs bestand nun darin, einen bestimmten Bruchtheil dieser Distanz herzustellen und nachträglich durch Messung zu bestimmen, in wie weit die experimental hergestellte Gröfse der geforderten entspreche. Dabei wurde der Ausgangspunkt der Theilung bald rechts, bald links, bald oben, bald unten genommen und die Verhältnisse

$$\tfrac{1}{10},\ \tfrac{2}{10},\ \tfrac{3}{10},\ \tfrac{4}{10},\ \tfrac{5}{10},\ \tfrac{6}{10},\ \tfrac{7}{10},\ \tfrac{8}{10},\ \tfrac{9}{10}$$

und

$$\tfrac{1}{10},\ \tfrac{1}{9},\ \tfrac{1}{8},\ \tfrac{1}{7},\ \tfrac{1}{6},\ \tfrac{1}{5},\ \tfrac{1}{4},\ \tfrac{1}{3},\ \tfrac{1}{2}$$

gefordert.

Der von der Lage des Ausgangspunktes abhängige Fehler heifst der constante, der in der Abweichung der hergestellten Gröfse von ihrem mittleren Werthe bestehende heifst der variable.

Summirt man die experimental hergestellten Gröfsen und dividirt mit der Anzahl der Beobachtungen, so ist der Unterschied des mittleren Werthes von den geforderten der constante Fehler. Berechnet man für jeden einzelnen Fall den Unterschied der hergestellten Gröfse von dem so eben bestimmten mittlern Werthe, summirt diese Unterschiede ohne Rücksicht auf das Vorzeichen und dividirt durch die Zahl der Beobachtungen, so erhält man das Mittel des reinen variablen Fehlers. Dividirt man endlich die geforderte Gröfse mit dem bezüglichen reinen variablen Fehler, so erhält man den relativen Schätzungsfehler.

Wir übergehen die ausführlichen Versuchsreihen, um die interessanten Resultate zusammenzustellen.

1) Bei Abschätzung von Bruchtheilen begeht man Fehler, welche unter ungünstigen Umständen beinahe $\frac{1}{8}$ des zu bestimmenden Bruchtheiles erreichen können.

2) Die Fehler, welche beim Schätzen von den Verhätnissen gemacht werden, erlauben zwei Glieder zu unterscheiden, welche unter den Namen der constanten und der reinen variablen Fehler aufgeführt wurden.

3) Der constante Fehler zerfällt wiederum in zwei Glieder, deren eines (*a*) von der Lage des Ausgangspunktes der Schätzung abhängt, während das andre (*b*), wahrscheinlich nochmals zusammengesetzt, vom Ausgangspunkte unabhängig und bezüglich seiner Causalverhältnisse noch unklar ist.

4) Die Lage des Ausgangspunktes influiret vorzugsweise das Vorzeichen der constanten Fehler, weniger, vielleicht gar nicht deren absolute Gröfse.

5) Die Lage des Ausgangspunktes hat auf die Gröfse der reinen variablen Fehler und folglich auch auf die Gröfse der aus diesen abgeleiteten relativen Schätzungsfehler keinen merklichen Einflufs.

6) Die Lage der Skala, deren Mafseinheiten in Zehntel getheilt werden sollen, d. h. die horizontale oder verticale Richtung derselben, hat weder auf die constanten, noch auf die rein variablen Fehler einen erheblichen Einflufs.

7) Die relative Gröfse der Brüche influiret sowohl die constanten *a* Fehler, als die reinen variablen Fehler, wobei sich findet, dafs complementäre Brüche, trotz ihrer verschiedenen Gröfse, als Aequivalente wirken.

8) Mit dem Anwachsen der Brüche erfährt die Gröfse der relativen Schätzungsfehler eine Verminderung, ein Erfahrungssatz, dessen Gültigkeit durch das unablässige Anwachsen der Schätzungsfehler von dem Bruche $\frac{5}{10}$ bis zu dem Bruche $\frac{9}{10}$ eben deshalb nicht beeinträchtigt wird, weil $\frac{6}{10}$, $\frac{7}{10}$, $\frac{8}{10}$, $\frac{9}{10}$ sich als Aequivalente für $\frac{4}{10}$, $\frac{3}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{1}{10}$ geltend machen.

9) Die absolute Gröfse der Brüche hat auf die Genauigkeit der Schätzungen insoweit Einflufs, als gar zu kleine Mafseinheiten das Erkennen der Bruchtheile erschweren, und schliefslich unmöglich machen.

10) Die im Verlaufe einer Reihe von 720 Versuchen hervortretende Uebung ist so beträchtlich, dafs die Fehlersummen der zweiten Versuchshälfte merklich kleiner ausfallen, als die der ersten.

11) Die Zahl der Gründe, welche uns beim Abschätzen von Verhältnissen bestimmen, ist sehr grofs, und das Gewicht jedes einzelnen im Verlaufe einer Versuchsreihe ist veränderlich. In

Folge dieser Umstände sind die Schätzungen ziemlich unzuverlässig, und die Gesetzlichkeit, der sie folgen, dürfte eine schwer zu ermittelnde sein. *Bn.*

G. T. Fechner. Ueber ein psychophysisches Grundgesetz und dessen Beziehung zur Schätzung der Sterngröfsen. Abh. d. Leipz. Ges. VI. 457-532†.

Sucht man bei halbbedecktem Himmel zwei benachbarte Wolkennüancen auf, welche sich so wenig unterscheiden, dafs der Unterschied nur als eben merklich gelten kann, nimmt dann zwei graue Plangläser von einer der dunkelsten Nummern vor die Augen und richtet sie auf diese Lichtschattirungen, so werden natürlich beide photometrisch abgeschwächt und in demselben Verhältnisse wird auch der photometrische Unterschied abgeschwächt. Dieser Unterschied aber zeigt sich nachher mindestens eben so deutlich als vorher. Es kann auch nur mit einem Auge oder mit farbigen Gläsern operirt werden. Die beiden beobachteten Nüancen werden der Kürze wegen Componenten genannt. Der angegebene Erfolg hängt davon ab, dafs der Lichtunterschied bei seiner Abschwächung ein ungeändertes Verhältnifs zu seinen in gleichem Verhältnisse abgeschwächten Componenten behält. Verstärkte Componenten aber mit einem absolut genommen unveränderten Unterschiede können denselben nur noch mit geschwächter Merklichkeit bestehen lassen, indem der relative Unterschied hiermit abnimmt, und dies beweist sich in der Erfahrung dadurch, dafs ein Unterschied weniger merklich wird, oder selbst für das Auge verschwindet, wenn man seinen Componenten ein gleiches Plus zufügt. Die am Tage verschwindenden Sterne beweisen den Satz genügend. Wie es sich aber mit Lichtpunkten verhält, so verhält es sich auch mit Lichtflächen.

Sucht man mit den Gläsern vor den Augen den schwächstmöglichen noch oben erkennbaren Unterschied zweier benachbarter Nüancen am Himmel auf und nimmt dann die Gläser weg, so erkennt man jedesmal, wenn der erste Moment der Blendung vorübergegangen ist, denselben Unterschied wieder. Wesentlich

ist, wenn die Versuche etwas sagen sollen, nur eben merkliche Unterschiede zu wählen.

Durch Combination des Versuches und Gegenversuches in der angegebenen Weise wird jedenfalls, die Möglichkeit eines Irrthums betreffend, die Genauigkeit des Gesetzes in den Grenzen, in denen sich die Versuche gehalten haben, selbst in sehr enge Grenzen geschlossen; doch wird von Hrn. Fechner nicht behauptet, daſs die Gültigkeit ins Unbegrenzte reiche. Ginge das Gesetz bis zu den höchsten Lichtintensitäten, so müſste man mit bloſsen Augen nicht anders als mit geschwärzten Gläsern die Flecken der Sonne wahrnehmen. Ebenso wird sich nach unten hin, bei geschwächten Lichtintensitäten ein Grenze finden, indem man mit der Verdunklung so weit gehen kann, daſs man überhaupt nichts mehr sieht.

Eine besonders einfache Methode, Lichtschattirungen von verschiedener Abstufung bis zum eben merklichen Unterschiede gegen einander zu erzeugen, beruht auf der Anwendung der Schatten, welche man von demselben dunklen Gegenstand mittelst zweier Lichter erzeugt, deren Helligkeit durch die verschiedenen Entfernungen regulirt werden kann.

Durch eine hinreichende Entfernung der einen Lichtquelle kann man dem einen Schatten ein so leichte Nüance geben, daſs sie das Auge nicht mehr oder eben nicht wahrnimmt; bei dem oben beschriebenen Versuch und Gegenversuch mit verdunkelnden Gläsern stellt sich derselbe Erfolg heraus. Hingegen verschwindet der leichte Schatten, wenn durch eine dritte Lichtquelle beiden Schatten ein gleiches Plus von Beleuchtung zugeführt wird.

Aus einer Reihe von Beobachtungen mehrerer Freunde des Hrn. Fechner ergab sich als merklicher Unterschied ein wenig um $\frac{1}{100}$ der absoluten Beleuchtung schwankender Werth. Aehnliche Beobachtungen sind hie und da mitgetheilt und werden von Hrn. Fechner discutirt. (Bouguer, Arago, Massow, Steinheil, E. H. Weber.)

Die Anwendung des Gesetzes auf Bestimmung der Sterngröſsen, sowie auch auf weitere Gebiete der Sinnesempfindungen gehört nicht hieher. *Bu.*

A. W. VOLKMANN. Ueber Irradiation. Leipz. Ber. IX. 129-148†.

Der erste Theil der Arbeit beschäftigt sich weniger mit neuen Thatsachen, welche nicht durch WELKERS u. A. Arbeiten berührt oder besprochen worden wären. Wir wenden uns daher zum Hauptgegenstande.

Hr. VOLKMANN greift die Behauptung WELKERS an, dafs bei richtiger Accommodation die Irradiation fehle, indem er zeigt, dafs Linien, mögen sie eine horizontale oder verticale Lage haben, selbst in der passendsten Sehweite im Netzhautbilde verbreitet werden. Was Referent für sein sonst scharfes Auge (in d. Verh. d. naturf. Ges. zu Basel I. 2. 275) behauptet hat, dafs es für keinen Punkt vollkommne Accommodation besitze, wäre sonach von Hrn. VOLKMANN nicht blos bestätigt, sondern auch durch eine Reihe genauer Versuche und Messungen bekräftigt.

Um diese aufserordentlich geringe Zerstreuung des Lichtes wahrnehmbar zu machen und zu messen, liefs er ein Schraubenmikrometer in folgender Weise bauen.

Zwei Silberdräthe von nur 0,0445^{mm} Durchmesser wurden parallel neben einander aufgespannt, so dafs mit Hilfe einer Schraube der eine Drath dem andern bis zur Berührung genähert werden konnte. Das Mikrometer läfst 0,001^{mm} bestimmen.

Der Beobachter bringt das Instrument in die Entfernung vom Auge, in welcher er die Fäden am schärfsten sieht, und sucht den parallelen Fäden eine Distanz zu geben, welche dem Durchmesser der Fäden gleichkommt. Man wird je nach der Beleuchtung Fehler begehen und aus diesen Fehlern die Breite der gesehenen Fäden berechnen können.

Die Erfahrung lehrt nun, dafs jeder Beobachter, man mag die Fäden schwarz auf weifsem Grund, oder weifs auf dunklem Grunde sehen, in jedem Falle die Distanz zwischen den Fäden zu grofs macht. Wie sehr auch die Beobachtungen schwanken, die Distanz der Fäden übertrifft ihren Durchmesser im geringsten Falle um das vierfache; die Gröfse des Zerstreuungskreises ergiebt sich als 0,0035^{mm} für Hrn. VOLKMANN's Auge. Da sich nun die Gröfse der Netzhautbilder ohne Berücksichtigung dieser Zerstreuungskreise nicht genau berechnen läfst, so sind auch alle

bisher gemachten Angaben über die Gröfse der kleinsten noch wahrnehmbaren Netzhautbilder merklich falsch, nämlich sämmtlich zu grofs, indem die Rechnungen, auf welche sie sich stützen, den Einflufs der Irradiation unberücksichtigt lassen. *Bu.*

J. Czermak. Ueber das Accommodationsphosphen. Wien. Ber. XXVII. 78-80†.

Die subjective Lichterscheinung, welche man beobachtet, wenn man im Dunkeln das Auge zum Nahesehen anstrengt und plötzlich wieder für die Ferne einrichtet, benennt Hr. Czermak Accommodationsphosphen. Er macht darüber einige beiläufige Mittheilungen, welche er durch spätere Versuche zu bestätigen oder zu berichtigen verspricht. Das Wesentliche ist folgendes:

Nach Form und Lage mufs dieses Phosphen durch eine Zerrung der ora serrata bedingt sein, und wohl wird sich diese Zerrung zurückführen lassen auf die Gestaltsveränderungen der Linse, welche nach den Helmholtz-Cramer'schen Untersuchungen die Accommodationsveränderungen hervorbringen. Namentlich möchte umgekehrt dieses Accommodationsphosphen ein neuer Beleg für die Richtigkeit des nunmehr angenommenen Accommodationsmechanismus sein. *Bu.*

Dove. Ueber den Einflufs des Binocularsehens bei Beurtheilung der Entfernung durch Spiegelung und Brechung gesehener Gegenstände. Berl. Monatsber. 1858. p. 312-315†; Pogg. Ann. CIV. 325-329*; Z. S. f. Naturw. XII. 317-318; Inst. 1858. p. 282-283*.

Analog der Erfahrung, dafs man das durch einen Hohlspiegel entstehende umgekehrte Bild eines Gegenstandes nur bei binocularer Betrachtung vor demselben sieht (Berl. Ber. 1852. p. 331†), vermuthete Hr. Dove, dafs auch in den Fällen, wo nur rückwärts verlängerte Strahlen von bestimmten Punkten auszugehen scheinen, also nicht sich kreuzend wirkliche optische Bilder erzeugen, nur binoculares Sehen die sichere Entscheidung über die Entfernung jener virtuellen Bilder geben, während das monoculare sie unentschieden lasse.

Betrachtet man binocular sein Bild im Spiegel, so sieht man es so weit hinter demselben, als man selbst vor demselben sich befindet. Bei einäugigem Sehen aber muſs, da eine Sehrichtung keine sichere Bestimmung enthält über die Lage irgend eines Punktes in demselben, entweder der Spiegel oder das Bild undeutlich erscheinen. Hr. Dove hielt einen kreisförmigen ebenen Spiegel von 4½ Zoll Durchmesser so gegen einen hellen Grund, daſs er sein Bild binocular deutlich hinter demselben erblickte. Er schloſs nun das Eine Auge und sah nach einiger Zeit den Spiegel so weit zurücktreten, daſs der Rand desselben sein Bild als Rahmen umfaſste.

Der Unterschied in der Hebung eines Bildes durch Plangläser bei binocularer und monocularer Betrachtung ist sehr auffallend.

Zwei in lebhaften Farben ausgeführte gleiche Zeichnungen von nahe zwei Zoll Seite wurden neben einander gelegt und auf die Eine ein klarer Glaswürfel von derselben Seite gestellt. Binocular bei senkrechtem Herabsehen betrachtet erschien die Fläche fast bis zur Hälfte gehoben als vollkommene Ebene, nach Schlieſsung des einen Auges trat sie fast genau in die Ebene der daneben liegenden Fläche zurück, nur etwas gröſser erscheinend.

Als besonders entscheidend giebt Hr. Dove folgenden Versuch an:

„Ich entwarf die senkrechte Projection einer abgekürzten vierseitigen Pyramide, deren quadratische Grundfläche gleich der des durchsichtigen Würfels war, mit einer Anzahl gleich weit abstehender Querschnitte. Binocular erschien diese Projection im Glaswürfel gehoben als Ebene, monocular vertiefte sie sich hingegen zu der perspectivischen Ansicht eines vertieften vierseitigen Tunnels, da nämlich im Moment des Schlieſsens des einen Auges die Schnittfläche der Pyramide sich entfernt, so schienen die Kanten derselben mit ihren Endpunkten an die Vorderfläche des Glaswürfels sich anzulehnen. Die Erscheinung hat das Eigenthümliche, daſs hier die Ansicht mit zwei Augen die Vorstellung einer Fläche und die mit einem Auge die eines Körpers hervorruft."

Ebenso erscheint, wenn man eine ebene Zeichnung durch ein

Kalkspathrhomboeder binocular betrachtet, das eine Bild stark über das andere gehoben, während bei monocularer Betrachtung beide in einer Ebene erscheinen. *Bu.*

E. Claparède. Quelques mots sur la vision binoculaire et stéréoscopique et sur la question de l'Horoptre. Arch. d. sc. phys. (2) III. 138-168†.

— — Nouvelles recherches sur l'Horoptre. Arch. d. sc. phys. (2) III. 225-267†.

— — Encore un mot sur l'Horoptre. Arch. d. sc. phys. (2) III. 362-368†.

Die vorliegenden Arbeiten des Hrn. Claparède sind zunächst dadurch hervorgerufen, dafs einige französische Physiologen sich über Binocularsehen vernehmen liefsen, ohne auch nur im Mindesten die früheren Arbeiten über denselben Gegenstand gekannt oder der Aufmerksamkeit gewürdigt zu haben. Wir verfolgen die Erklärungen des Hrn. Claparède nicht, weil er im ersten Aufsatze nicht für solche schreibt, die sich ernsthaft mit der Frage beschäftigt haben.

Was die Form des Horopters betrifft, so macht er auf die beiden Arbeiten von A. Prévost und G. Meissner aufmerksam, von denen der eine auf mathematischem, der andere auf experimentellem Wege die Construction des Horopters unternommen hat. Uebrigens vindiciret er mit Recht die Priorität der Entdeckung des sogenannten Müller'schen Horopterkreises dem P. Prévost.

In der zweiten Arbeit folgt eine Bestimmung der Horopterfläche, für welche Hr. Claparède genau dieselbe Fläche findet, wie seiner Zeit Fourtual. Diese Bestimmung wurde aber auf eine Notiz des Referenten hin förmlichst zurückgenommen und Hr. Claparède bekennt sich zu der Ansicht von A. Prévost und des Referenten, nach welcher der Horopter besteht:

1) aus dem Horopterkreise, und
2) aus einer dazu senkrechten Linie im Convergenzpunkte der Augenaxen.

Er glaubt aber im dritten Aufsatze die Figur zu erweitern,

verfällt jedoch in einen neuen Fehler, indem er als Horopter den geometrischen Ort der Punkte, welche verticale Doppelbilder erzeugen, ableitet.

Ist so Hr. Claparède in der Bestimmung der Horoptergestalt weniger glücklich, so unternimmt er es hingegen, die Meissner'sche Bestimmung durch zahlreiche Versuche als unrichtig zu erweisen, und es scheint uns, mit mehr Glück. Wir haben aber früher schon vermieden, in die weitschichtige Arbeit Meissner's einzutreten, und wollen auch jetzt Jedermann, der begründete Einwürfe dagegen kennen lernen will, auf die vorliegende Arbeit aufmerksam machen. Meissner's Anschauung hat bei den Physiologen schnell Eingang gefunden. Wenn man aber bedenkt, mit wie viel Unglück die Physiologen schon über den Horopter geschrieben haben, so kann man sich nicht wundern, dafs die gewifs höchst interessante und in ihrer Weise verdienstliche Arbeit sich hat Anklang verschaffen müssen. Damit ist aber die Sache noch nicht in Richtigkeit. *Bu.*

J. Dingle. On a new law of binocular vision. Athen. 1858. II. 458-458†.

Hr. Dingle macht einige Beobachtungen, welche bestätigen, dafs auf den Wettstreit der beiden Augen der Wille Einflufs ausüben kann. Ob wirklich in dieser Allgemeinheit Jedermann auslesen kann, welchem Sehfeld er den Vorrang schenken will, welches der beiden Bilder er vernachlässigen und welches er berücksichtigen will, das möchte zu bezweifeln sein und ist jedenfalls für den besondern Fall der Combination verschiedener Farben unrichtig. Ueberhaupt lassen sich gegen den Satz, wenn er Allgemein aufgestellt wird, nicht wenig Einwendungen machen. *Bu.*

W. Hardie. On the telestereoscope. Phil. Mag. (4) XV. 156-157†.

Hr. Hardie hat im Phil. Mag. (4) V. 442-446† (und im Berl. Ber. 1853. p. 301) ein Instrument beschrieben und Pseudoskop genannt, welches im Princip mit dem von Helmholtz als Telestereoskop beschriebenen Instrumente zusammenfällt. Er spricht

daher die Priorität der Erfindung an. Nur glaubt er, dafs sich der Letztere irre, wenn er glaube, die Tiefendimension in richtigem Verhältnifs geben zu können, da die ersten Spiegel, welche die Bilder nach den zweiten zurückwerfen, weiter als die beiden Augen auseinander stehen und somit eine Uebertreibung in der Tiefendimension hervorgebracht werden müsse. Auch habe Hr. Hardie die Idee, Operngucker damit zu verbinden, selbst bald nach Veröffentlichung seines Pseudoskops ausgeführt.

Bu.

Smith and Beck. Improvements to the stereoscope. Athen. 1858. II. 269-270†.

Die Verfasser glauben durch einige Verbesserungen am Stereoskop dieses Instrument aus einem Spielzeug in ein wissenschaftliches Instrument verwandelt zu haben. Sie bedienten sich (wohl nicht die Ersten?) achromatischer Linsen, die so gestellt waren, dafs jedes Augenpaar, das mit beiden Augen sieht, auch die stereoskopischen Wirkungen wahrnehmen konnte, was bei den gewöhnlichen Stereoskopen bekanntlich nicht immer der Fall ist. Ferner erhielt das Instrument eine feste Stellung, eine Bahn zum ruhigen Einschieben der Bilder, und eine Vorrichtung zur Regulirung des Lichtzutrittes. Mit diesem Instrumente wurden photographische Bilder des Mondes in verschiedenen Librationsphasen mit einem 13zölligen Reflector von 10 Fufs Brennweite aufgenommen, combinirt und mit vollständigem Erfolg körperlich gesehen. *Bu.*

A. Boblin. Expérience d'optique permettant d'obtenir d'une seule épreuve photographique la sensation d'un corps en relief. Bull. d. Brux. (2) V. 304-306; Inst. 1858. p. 431-432†; C. R. XLVII. 444-444.

Hr. Boblin nahm ein gewöhnliches terrestrisches Fernrohr mit Dollond'schem Ocular und achromatischem Objectiv, von welchem er zuerst das concave Glas entfernte. Mit diesem Fernrohr, das also nicht mehr achromatisch ist, stellte er sich in etwa $1\frac{1}{2}^{m}$ Entfernung von einem photographirten Porträt auf und

visirte darnach, als ob er nach einem entfernten Gegenstande blicken wollte. Die Entfernung des Objectivs vom Bilde mufs gröfser sein als die Focaldistanz des Objectivs.

Da aber wegen der Nichtachromasie des Instrumentes, welches man Monostereoskop nennen könnte, alle Linien farbig gerandet erscheinen, so mufs die ganze Beobachtung nicht bei zu heller Beleuchtung gemacht werden. Dadurch soll das Relief seine volle Lebhaftigkeit gewinnen; selbst mittelmäfsige Photographien geben einen günstigen Erfolg. Man kann die Vergröfserung beliebig verändern. Am besten eignen sich Photographien auf Glas und Tuch.

Die vorstehende Beobachtung, die überraschend zu nennen ist, kann Referent vollkommen bestätigen. Sie ist der allgemeinen Beobachtung analog, dafs eine gut gemalte Landschaft durch die hohle Hand gesehen, auch im Relief erscheint. *Bu.*

Claudet. On the stereomonoscope. Phil. Mag. (4) XVI. 462-463†; Proc. of Roy. Soc. IX. 194-196*; Dingler J. CLI. 72-73†; Cosmos XII. 493.

Mittelst des Stereomonoskop genannten Instrumentes kann ein einfaches Bild stereoskopische Täuschung hervorbringen.

Bringt man in der Mitte eines grofsen schwarzen Schirmes eine viereckige Oeffnung an, und schliefst sie durch ein mattgeschliffenes Glas, so wird das photographische Bild einer Landschaft, eines Portraits, welches auf das Glas fällt, binocular vollständig mit stereoskopischem Relief wahrgenommen. Wird das Bild auf Papier statt auf Glas aufgefangen, so findet die Täuschung nicht statt. Hr. Claudet erklärt sich die Erscheinung so: Wird das Bild auf einem matten Glase aufgefangen, so sind die durch die verschiedenen Punkte der Linsen gebrochenen Strahlen, die das Glas erleuchten, nur dann sichtbar, wenn ihre Richtung mit der der optischen Axe des Auges zusammenfällt, so dafs die von mattgeschliffenem Glas austretenden Lichtstrahlen, welche das rechte Auge erleuchten, nur diejenigen sind, welche in dieser Richtung durch die linke Seite des Objectives schief gebrochen worden sind, und umgekehrt. Die beiden Au-

gen erhalten folglich ein verschiedenes perspectivisches Bild des auf dem mattgeschliffenen Glase dargestellten Gegenstandes und das einfache Sehen ist in der That das Resultat der Wahrnehmung zweier verschiedenen Bilder, von denen jedes nur sichtbar für das eine und unsichtbar für das andre Auge ist.

Darauf gründet sich das Stereosmonoskop. Es ist eine dunkle Kammer, vor der man eine doppelte stereoskopische Platte angebracht hat. Mittelst zweier Objective, welche passend getrennt und von einander entfernt sind, werden die beiden Bilder durch Brechung auf demselben Theil des mattgeschliffenen Glases projicirt und zum Zusammenfallen gebracht. Jedes Auge erhält demnach sein besonderes Bild und beide vereinigen sich zum Relief, obgleich auf der Platte nur Ein Bild zu sein scheint.

Bu.

J. C. d'Almeida. Nouvel appareil stéréoscopique. C. R. XLVII. 61-63†.

Hr. d'Almeida will durch seine Vorrichtung die stereoskopischen Wirkungen einer gröfsern Anzahl Beobachter sichtbar machen.

Mittelst zweier Linsen werden die beiden stereoskopischen Bilder eines Gegenstandes auf einen Schirm geworfen, so dafs sich die beiden Bilder decken, nicht Linie um Linie, sondern so ungefähr, wie sie sich dargestellt hätten, wenn die Gegenstände selbst vor den Augen sich befänden. Da nun jedes Auge nur das entsprechende Bild sehen darf, so bringt man vor der einen Linse ein rothes, vor der andern aber ein möglichst complementäres grünes Glas an, und betrachtet wiederum die auf dem Schirm hervorgebrachten Bilder je durch ein rothes und ein grünes Glas.

Die zweite Methode beruht darauf, dafs man intermittirend bald dem einen, bald dem andern Auge sein Bild zeigt und dadurch ebenfalls den Eindruck des Reliefs hervorbringt. *Bu.*

A. C. Twining. The relation of illumination to magnifying power, when visibility is maintained.

In einer Arbeit über Mond- und Planetenverfinsterungen schaltet der Verfasser einige Beobachtungen ein zur Beantwortung der Frage, in welchem Verhältnifs Vergröfserung des Bildes und Lichtstärke stehen müssen, wenn das Bild den gleichen Grad von Deutlichkeit erhalten soll. Wir wollen den etwas unvollkommnen Apparat, der zu Messungen nicht sonderlich geeignet ist, wie der Verfasser zugiebt, nicht näher beschreiben. Es genüge, zu bemerken, dafs durch ein Rohr eine beleuchtete weifse Fläche mit dunklen Punkten aus verschiedenen Entfernungen beobachtet und dabei jedesmal der Punkt festgehalten und die Entfernung gemessen wird, in welcher Auge und Lichtquelle sich befinden, wenn die dunklen Punkte deutlich erscheinen. Aus den gefundenen Entfernungen ergiebt sich das Gesetz: Während die Entfernung des Auges in geometrischer Reihe abnimmt, nimmt die entsprechende Entfernung der Lichtpunkte in arithmetrischer Reihe zu, oder mit andern Worten: Die Entfernung des Lichtes ist der Logarithmus der linearen Vergröfserung. *Bu.*

N. Lubimoff. Recherches sur la grandeur apparente des objets. C. R. XLVII. 24-27†; Ann. d. chim. (3) LIV. 13-27; Z. S. f. Naturw. XII. 479-480†.

Die Gröfse des Retinabildes hängt von der Gröfse des Gegenstandes und seiner Entfernung ab. Wäre das Auge ein Punkt, so wäre der Sehwinkel der Entfernung umgekehrt proportional. Da dies aber nicht stattfindet, so mufs die Gröfse des Retinabildes in anderm Verhältnifs sich ändern. Hr. Lubimoff hat durch directe Versuche die Abweichung zu bestimmen unternommen und hiebei folgenden Weg eingeschlagen:

Er stellt vor das Auge eine kleine runde Scheibe, und dann eine zweite, deren Durchmesser dreimal gröfser, als der der ersten. Nach einfachen geometrischen Beobachtungen müfsten sich die Scheiben decken, wenn die Entfernung der zweiten dreimal

grölser als die der ersten ist. Die grofse Scheibe mufs aber in gröfsere Entfernung gerückt werden.

Ersetzt man die erste Scheibe durch ein genau gleich grofses Loch, so zeigt sich ein fundamentaler Unterschied. Betrachtet man durch ein solches Loch die gröfsere Scheibe, die z. B. grün auf rothem Grunde sein mag, und rückt man diese Scheibe in die Entfernung, in welcher sich früher die Scheiben genau gedeckt haben, so sieht man durch das Loch nicht blos die grüne Scheibe, sondern noch einen rothen Ring um dieselbe.

Könnte sich das Auge zu gleicher Zeit auf beide Entfernungen accommodiren, so wäre auf diese Weise allerdings der Unterschied der Retinabilder von den berechneten Gröfsen zu bestimmen; hier spielt aber die durch Zerstreuungskreise hervorgerufene Irradiation eine solche Rolle, dafs eigentlich nichts als die Irradiation in dem Auge des Beobachters dadurch bestimmt werden kann, wenn der Verfasser schon bemerkt, die Diffraction habe keinen Theil daran. *Bu.*

D. Brewster. On the duration of luminous impressions of certain points of the retina. Athen. 1858. II. 521-521; Inst. 1858. p. 372-372†.

Hr. Brewster hat gezeigt, dafs der kleine Theil der Retina, welcher sich am Ende der optischen Axe befindet, empfangene Lichteindrücke länger behält als der übrige Theil des Augengrundes. Nun glaubt Hr. Brewster, dafs die Punkte, welche in der Nähe des Ciliarkranzes sich befinden, Lichteindrücke noch beträchtlich länger behalten. Löscht man plötzlich eine Gasflamme, welche längere Zeit das Auge beschienen hat, so sieht man eine Menge glänzender Punkte, die auf einem Kreis von ungefähr 72° Diameter liegen. Solcher leuchtenden Punkte werden etwa 15 bis 20 gezählt. Den Sitz dieser Lichtempfindung aufzufinden, überläfst Hr. Brewster den Anatomen. *Bu.*

D. Brewster. On a vision through the foramen centrale of the retina. Athen. 1858. II. 521-521; Inst. 1858. p. 372-372†.

Hr. Brewster, der früher einen Fall vertheidigt hatte von einer permanenten Lähmung der Retina mit Ausnahme des foramen centrale, bespricht nun einen Fall vorübergehender sonst gleicher Art; er bestimmt den noch empfindlichen Fleck auf $4\frac{1}{2}^{\circ}$. Die Anatomie des früher als Loch angesehenen Foramen centrale ist ihm aber unbekannt, sowie auch der Umstand, dafs diese Krankheitserscheinung nicht zu den gröfsten Seltenheiten gehört.

Dafs sich dabei Nunneley zuschreibt, die Entdeckung gemacht zu haben, dafs das Foramen centrale kein Loch sei, ist mindestens überflüssig. *Bu.*

H. Schröder. Ueber eine optische Inversion bei Betrachtung verkehrter, durch optische Vorrichtung entworfener, physischer Bilder. Pogg. Ann. CV. 298-311.

Wir haben im Berl. Ber. 1852. p. 325-326 über die Ansicht des Hrn. Schröder von der Inversion mit freiem Auge berichtet. Gegenwärtig behandelt er die Inversion der Bilder, welche durch Loupen umgekehrt sind. Hr. Schröder leitet die Umstülpung namentlich von der Unsicherheit unseres Urtheils bei einäugigem Sehen ab, und bespricht die Verhältnisse, welche beim einäugigen Sehen zur Beurtheilung der Tiefendimension behülflich sind. Da aber die Erscheinung nicht blos beim Sehen mit einem Auge, sondern auch mit beiden Augen eintritt, so können uns seine Erklärungen nicht befriedigen, und wir müssen einstweilen noch glauben, dafs hier die Umkehrung der Schatten nicht wenig, vielleicht am meisten dazu beiträgt, die Bilder uns umsgestülpt erscheinen zu lassen. *Bu.*

J. J. Oppel. Ueber das Sehen durch kleine Oeffnungen und das Gorham'sche Diaskop. Jahresber. d. Frankf. Ver. 1856-1857. p. 37-42†.

Enthält einen kurz resumirten Bericht über verschiedene Arbeiten Gorham's. *Bu.*

J. J. Oppel. Nachlese zu den „geometrisch-optischen Täuschungen". Jahresber. d. Frankf. Ver. 1856-1857. p. 47-55†.

Beschäftigt sich mit den Versehen, welche man beim Eintheilen der Diagonalen eines Quadrates, beim Theilen von Flächeninhalten, beim Vergleichen von Polygonen und Kreisen begeht. Von wesentlich Neuem enthält die Arbeit nichts. *Bu.*

J. J. Oppel. Ueber das „Glitzern", eine eigenthümliche Art des Glanzes und die stereoskopische Nachahmung desselben. Jahresber. d. Frankf. Ver. 1856-1857. p. 56-62†; Z. S. f. Naturw. XII. 129-131.

Die besondere Art des Glanzes, welche man Glitzern heifst, entsteht entweder, wenn eine grofse Menge kleiner spiegelnder Flächen sich bewegen, wie bei dem Mondschein, der von der gekräuselten Fläche eines Flusses gespiegelt wird, oder aber wenn sich das Auge in Bezug auf eine grofse Menge kleiner spiegelnder Flächen bewegt. Namentlich trägt zum Glitzern eines verhältnifsmäfsig nahen Gegenstandes binoculares Sehen bei, indem die beiden Augen Bilder enthalten, deren Halbpunkte theilweise zusammenfallen, theilweise aber nicht.

Die Nachahmung des Glitzerns geschah auf folgende Weise: Auf einem mattschwarz bezogenen Kartenpapier wurden zwei kleine congruente Figuren von kaum 2□" Fläche ausgeschnitten und wieder mit einem mattbräunlichen, nicht sehr transparenten Papier geschlossen. Dieses hatte zuvor Nadelstiche erhalten, welche in beiden Bildern entweder gleich grofs und gleich liegend, oder verschieden grofs, aber gleich liegend, oder aber ganz verschieden in Gröfse und Lage waren. Die beiden Bilder combinirt ahmten das Glitzern nach. *Bu.*

Chevreul. Note sur quelques expériences de contraste simultané des couleurs. C. R. XLVII. 196-198†; Dingler J. CXLIX. 435-436.

Hr. Chevreul suchte durch einige Versuche zu constatiren, dafs der Schatten eines Körpers, welcher gefärbten Lichtstrahlen

ausgesetzt ist, nur dann in der Complementärfarbe erscheint, wenn er von diffusem ungefärbtem Licht beleuchtet ist.

Wenn man in einem dunklen Zimmer einen Stab mit farbigem Licht beleuchtet und den Schatten auf einem weifsen Papier auffängt, so zeigt er keine complementäre Farbe; läfst man aber durch eine Oeffnung etwas diffuses Licht eintreten, so färbt sich der Schatten sofort in der dem Licht complementären Farbe.

Ebenso erhält man keinen gefärbten Schatten, wenn man in einen dunklen Kasten, dessen eine Wand mit einem farbigen Glase versehen ist, kein anderes als das durch das Glas gefärbte Licht eintreten läfst; der Schatten färbt sich erst, wenn zerstreutes Licht eintritt. *Bu.*

J. M. Séguin. Note sur les couleurs accidentelles. C. R. XLVII. 198-200.

Hr. Séguin bestätigt die Erfahrung, dafs auch Nachbilder je nach der Entfernung, in welche sie versetzt werden, gröfser oder kleiner erscheinen. Zu derartigen Versuchen eignen sich gefärbte Gegenstände besser, als weifse, weil letztere verschieden gefärbte Nachbilder erzeugen, die selbst wieder sehr veränderlich sind.

Selbst dann, wenn man einen gefärbten Gegenstand wählt, entwickelt das beigemengte weifse Licht die Erscheinung. Beobachtungen in homogenem Licht zeigen, dafs die Nachbilder zwar ohne weifses Licht entstehen, aber bedeutend durch dasselbe modificirt werden. Dieses wird auch durch folgenden Versuch des Hrn. Séguin dargethan:

„Betrachte ich ein Viereck von rothem Tuch, das auf schwarzem Grunde der Sonne ausgesetzt ist, und wende darauf die Augen nach einer Mauer, so sehe ich ein bläulich grünes Viereck. Ich schliefse die Augen und sehe ein leicht rosagefärbtes Viereck, diese Farbe verwischt sich rasch vom Rande her und wird durch Grün ersetzt. Oeffnet man die Augen, so bleibt die grüne Farbe, aber schliefst man sie aufs Neue, so zeigt sich wieder die Rosafarbe, welche einige Zeit andauert, bevor das Grün wieder auftritt.

Betrachtet man aber eine von der Sonne beschienene Mauer durch ein ziemlich homogenes rothes Glas, so sieht man mit offenen und geschlossenen Augen nur ein grünes Nachbild. Dieser Unterschied mag dem im ersten Falle beigemengten weifsen Lichte zuzuschreiben sein. *Bu.*

J. Regnauld. Fluorescence des milieux de l'oeil. Inst. 1858. p. 410-410†.

Helmholtz hat früher die Netzhaut in Bezug auf Fluorescenz untersucht (Berl. Ber. 1855. p. 335-336†). Hr. Regnauld unterwirft nun alle Augenmedien einer genauen Untersuchung und findet folgende Resultate:

1) Die Cornea des Menschen und der Säugethiere fluorescirt, aber schwach.

2) Im höchsten Grade aber fluorescirt beim Menschen und den Säugethieren die Linse; bei ihnen und einigen Vögeln verharrt diese Eigenschaft in solchen Linsen, welche bei niedriger Temperatur getrocknet worden sind.

3) Die innersten Linsentheile fluoresciren nicht bei mehreren Wirbelthieren und Wassermollusken.

4) Der Glaskörper zeigt nur eine schwache Fluorescenz, welche den zarten Membranen und nicht der Flüssigkeit selbst angehört.

5) Die Retina fluorescirt schwach, ohne Vergleich schwächer als die Linse. *Bu.*

---

de Martini. Effets produits sur la vision par la Santonine. C. R. XLVII. 259-260.

Das Sontonin, ein bitterer krystallisirter Stoff, der aus Artemisia santonica ausgezogen wird, hat die eigenthümliche Eigenschaft, die Personen, welche ihn einnehmen, alles grün sehen zu machen. Die Wirkungen des Santonins hat Hr. de Martini genauer verfolgt und im Wesentlichen folgendes gefunden:

Die Farbe, in welcher die Gegenstände nach dem Genufs des Santonins erschienen, ist nicht bei allen Personen genau die gleiche, selbst bei einzelnen Individuen findet ein Farbenwechsel

statt; die beobachteten Farben sind grün, gelb, blau, roth und orange.

Wo der Grund der Erscheinung zu suchen sei, weiſs Hr. de Martini nicht anzugeben und schreibt sie daher einer action moléculaire zu. *Bu.*

A. v. Baumgartner. Ein Fall ungleichzeitiger Wiederkehr für verschiedene Farben. Wien. Ber. XXIX. 257-258†.

Hr. v. Baumgartner berichtet über einen von Dr. Mugnauer beobachteten, jedenfalls seltenen Fall:

Ein an einem Auge blinder Arbeiter stieſs mit dem andern gegen einen Ast und wurde sofort ganz blind. Als nach einiger Zeit sich das Sehvermögen wieder einstellte, bemerkte der Arzt, daſs der Patient einen von Herbstlaub hochroth gefärbten Wald schwarz nannte, und daſs ihm ein vorgehaltenes rothes Tuch als ein dunkler Fleck erschien. Andere Farben, wie die grüne einer Weide, vermochte der Kranke zu erkennen. Die zurückgebliebene Gesichtsschwäche hat sich nach und nach verloren und der Betreffende sieht jetzt wieder vollkommen gut. *Bu.*

Fernere Literatur.

G. M. Cavalleri. Sulla cagione del vedere le stelle e i punti luminosi affetti da raggi. Cimento VIII. 321-360.

G. Wilson. A note on the statistics of colour blindness. Year book of facts 1858. p. 138-139.

Vierter Abschnitt.

Wärmelehre.

23. Theorie der Wärme.

A. Mechanische Wärmetheorie im Allgemeinen.

R. Clausius. Théorie mécanique de la chaleur appliquée aux effets thermiques de l'électricité. (Extrait de deux mémoires de M. Clausius). Arch. d. sc. phys. (2) II. 289-300†. Siehe Berl. Ber. 1852. p. 452, 499.

— — Ueber das Wesen der Wärme, verglichen mit Licht und Schall. Ein populärer Vortrag. Zürich 1857; Krit. Z. S. 1858. p. 60-63.

J. J. Waterston. On the integral of gravitation and its consequents with reference to the measure and transfer, or communication of force. Phil. Mag. (4) XV. 329-345†.

Hr. Waterston geht von der Berechnung des Quantums lebendiger Kraft aus, welche durch die Condensation der Masse einer Planetenkugel aus dem unendlichen Weltraum gewonnen werden kann (vergl. Berl. Ber. 1853. p. 410) und knüpft daran Betrachtungen über die „kraft-erzeugende" Fähigkeit des Raumes, über die Mittheilung der Bewegung durch den Stofs u. s. w. Es liegt auf der Hand, dafs Fragen, wie die von Hrn. Waterston behandelte, ob man die Quantität oder die „Kraft" der Bewegung durch das Product mv oder durch mv^2 messen solle, a priori nicht entschieden werden können, sondern dafs es dem Geschmack eines Jeden oder dem Uebereinkommen der Mehrzahl der Physiker überlassen bleiben mufs, welche Benennung sie für

jedes dieser Producte zu gebrauchen, für zweckmäfsig erachten. Nur das mufs man von Jedem verlangen, der vom gewöhnlichen Sprachgebrauch abweicht, dafs er vorher deutlich sagt, was er mit den Worten, die er gebraucht, bezeichnen will; das ist aber grade beim Verfasser nicht immer der Fall. *Im.*

F. Mann. Kleine Beiträge zur Undulationstheorie der Wärme (Fortsetzung). Z. S. f. Math. 1858. 1. p. 57-63†.

Die Abhandlung enthält nichts Neues. Nach den Bemerkungen im Berl. Ber. 1857. (p. 281) hält es der Berichterstatter für überflüssig, auf ihren Inhalt näher einzugehen. *Im.*

G. Decher. Ueber das Wesen der Wärme. Dingler J. CXLVIII. 1-10, 81-93, 161-173, 241-257†.

R. Clausius. Ueber die mechanische Wärmetheorie. Dingler J. CL. 29-49†.

Hr. Decher richtet in der citirten Abhandlung eine Reihe von Angriffen gegen die mechanische Wärmetheorie im Allgemeinen und gegen die Aequivalenz der Wärme und Arbeit und die Bestimmung des Wärmeäquivalents aus den Eigenschaften der Gase insbesondere, welche gröfstentheils auf einem mangelhaften Verständnifs beruhen und, so weit eine Widerlegung nothwendig erscheint, in der Abhandlung des Hrn. Clausius beantwortet werden. In jeder wissenschaftlichen Discussion ist wohl das erste Erfordernifs, dafs man sich klar macht, worin die Differenzpunkte bestehen, und das scheint bei Hrn. Decher nicht der Fall gewesen zu sein, denn seine Vorstellung vom Wesen der Wärme stimmt mit der Anschauungsweise der mechanischen Wärmetheorie vollkommen darin überein, dafs es nicht eine Mittheilung oder Entziehung eines Wärmestoffs ist, wodurch ein Körper warm oder kalt wird, sondern eine Zustandsänderung des Körpers. Hr. Decher sieht den Grund des höheren oder niederen Grades des Warmseins in dem höheren oder niederen Grad einer durch die Wechselwirkung zwischen Körper- und Aethertheilchen bedingten Eigenschaft des Aethers. So allgemein und unbestimmt

auch diese Annahme sein mag, so hätte Hr. Decher doch bei consequenter Durchführung derselben, zu der es ihm bisher noch an der nöthigen Mufse gefehlt hat, grade auf die Sätze der mechanischen Wärmetheorie geführt werden müssen, welche er zu widerlegen bemüht ist. Die im letzten Theil der Abhandlung enthaltenen Angriffe gegen die Formeln des Hrn. Clausius treffen nicht sowohl das Wesen, als die Form. Wenn Hr. Decher in denselben Verstöfse gegen die Elemente der Differentialgleichung zu finden glaubt, wenn er selbst einen wesentlichen Fehler von Poisson darin findet, dafs derselbe in dem Integral einer Differentialgleichung, das in Form einer willkürlichen Function erscheint, die Integrationsconstante weggelassen habe, so geht daraus wohl hinreichend hervor, dafs es nicht Sache des Verfassers ist, Andere der Pfuscherei in der Analysis zu beschuldigen. Allerdings ist von Hrn. Clausius in seinen früheren Abhandlungen die Bezeichnung der partiellen Differentialquotienten in einer etwas von der gewöhnlichen abweichenden Weise gebraucht worden, und darum ist es vielleicht nicht ganz überflüssig, dafs derselbe in der Beantwortung der Abhandlung des Hrn. Decher Gelegenheit nimmt, seine Bezeichnungsweise näher zu erläutern, wiewohl der Sinn der Formeln bei einiger Ueberlegung auch ohne diese Erläuterung nicht zweifelhaft sein konnte. *Im.*

B. Moleculartheorien.

Buys-Ballot. Ueber die Art der Bewegung, welche wir Wärme und Elektricität nennen. Pogg. Ann. CIII. 240-259†.

Die Ansichten des Hrn. Buys-Ballot, welche derselbe bereits früher[1]) ausgesprochen hat und aus Anlafs der Arbeiten von Krönig und Clausius näher entwickelt, sind im Ganzen folgende:

Die Anziehung oder Abstofsung zweier benachbarter Molecule wird dargestellt durch eine Function von der Form

$$f(x) = \frac{A}{r_2} + \frac{B}{r_3} + \frac{C}{r_4} + \cdots$$

[1]) Denkschr. d. kgl. niederl. Ak. d. Wissensch. V.

Die Glieder dieser Reihe sind meist von abwechselndem Vorzeichen, so dafs die Function wenigstens drei stabile und drei (zwei?) labile Gleichgewichtsabstände giebt, welche erstere den drei Aggregatzuständen entsprechen. Die Körpertheilchen werden jedoch nicht in diesen Gleichgewichtslagen ruhend gedacht, sondern um dieselben oscillirend, so dafs die Oscillationsamplituden mit der Temperatur zunehmen. Wird bei wachsender Oscillationsamplitude der Molecüle eines festen Körpers die labile Gleichgewichtslage überschritten, so geht derselbe in den flüssigen Zustand über. Dieser Uebergang ist mit einem Verlust von lebendiger Kraft verbunden, der durch das Integral

$$\int_s^t f_r dr$$

gemessen wird, wo s und t die den beiden stabilen Gleichgewichtslagen entsprechenden Abstände sind. Aehnlich verhält es sich beim Uebergang aus dem tropfbar flüssigen in den luftförmigen Zustand. Es ist nun freilich nicht klar, wie durch Entziehung von Wärme der Körper aus dem gasförmigen in den flüssigen und festen Zustand zurückgeführt werden kann, da doch durch Verringerung der Oscillationsamplituden die Molecüle um so mehr in ihren andern stabilen Gleichgewichtslagen verharren müfsten. Auch müfsten die dem festen und flüssigen Zustand entsprechenden Gleichgewichtsabstände sehr nahe beisammen liegen, da der Uebergang in den flüssigen Zustand in der Regel nur mit geringer Volumzunahme, in einzelnen Fällen sogar mit Contraction verbunden ist. Insbesondere aber geht aus den Worten des Hrn. Buys-Ballot durchaus nicht klar hervor, wie sich derselbe den gasförmigen Zustand vorstellt, indem er einmal von einem Fortschiefsen der Molecüle mit grofser Geschwindigkeit und Zurückprallen derselben von einander und dann doch wieder von einer bestimmten Oscillationsamplitude und Wellenlänge spricht. Ferner sollte man nach dem Gesagten annehmen, dafs die Gleichgewichtsabstände s, t, w für einen und denselben Körper unveränderliche Gröfsen wären, da sie sich nur mit den Constanten des Functionalgesetzes $f(r)$ ändern können. Dennoch wird nachher wieder die Erhöhung des Siedepunktes durch Ver-

grösserung des Druckes durch ein „Zurückweichen" der Punkte *t* und *u* erklärt.

Als Gründe gegen die Hypothese von Clausius über den Gaszustand führt der Verfasser an: die langsame Ausbreitung des Rauches in Zimmern und selbst in der freien Luft; die langsame Diffusion der Gase, indem nach der Hypothese von Clausius ein Gastheilchen in einer Secunde das Zimmer hundert Male durchlaufen müfste; ferner die Begrenzung der Atmosphäre (die sich übrigens nach der Hypothese von Clausius sehr naturgemäfs durch die beim Aufsteigen in Folge der Schwere verminderte und endlich auf Null reducirte Geschwindigkeit der Gastheilchen erklärt); die Möglichkeit der Fortpflanzung von Wärmewellen von bestimmter Wellenlänge (die, als dem Aether allein angehörig, von der Beschaffenheit der materiellen Molecüle, auf welche sich die Hypothese von Clausius allein bezieht, ganz unabhängig ist); endlich die von Clausius selbst gemachte Bemerkung, dafs die lebendige Kraft der fortschreitenden Bewegung allein nicht hinreiche, um die gesammte Wärmemenge des Gases darzustellen, sondern dafs man doch noch zur Annahme rotatorischer oder oscillatorischer Bewegungen im Innern des Molecüls genöthigt sei.

Hinsichtlich der Elektricitätsleitung in Elektrolyten stimmt Hr. Buys-Ballot im Allgemeinen mit den Ansichten von Clausius und noch mehr mit denen von Williamson überein[1]), nur will er die Vorstellung elektrischer Kräfte ganz durch die Vorstellung longitudinaler Schwingungen (im Gegensatz zu den transversalen Wärmeschwingungen) ersetzt wissen. Durch Contact heterogener Stoffe soll das Gleichgewicht aufgehoben und longitudinale Schwingungen erzeugt werden, welche, wenn sie stark genug sind, die Atome eines chemischen Molecüls über den labilen Gleichgewichtsabstand hinauszutreiben im Stande sind. Unerklärt bleibt dabei freilich, warum gerade immer die Wasserstofftheilchen nach der negativen und die Sauerstofftheilchen nach der positiven Elektrode hingetrieben werden, wie man denn überhaupt nicht mehr weifs, was sich Hr. Buys-Ballot für eine Vorstellung davon macht, dafs sich Zink gegen Kupfer positiv ver-

[1]) Berl. Ber. 1857. p. 409.

hält. Hr. BUYS-BALLOT citirt merkwürdigerweise die Abhandlung von KIRCHHOFF[1]) als Bestätigung seiner Ansicht. KIRCHHOFF ist aber grade von der entgegengesetzten Hypothese der elektrischen Fluida und elektrischen Kräfte ausgegangen, und die Longitudinalwellen, von denen KIRCHHOFF spricht, sind eben Wellenbewegungen der elektrischen Fluida, deren entgegengesetzte Anziehungs- und Abstofsungskräfte zur Ableitung der KIRCHHOFF'schen Resultate wesentlich nothwendig sind. *Im.*

R. HOPPE. Ueber die Bewegung und Beschaffenheit der Atome. Pogg. Ann. CIV. 279-292†.

Hr. HOPPE kritisirt in dieser Abhandlung die Ansichten von KRÖNIG und CLAUSIUS über die Bewegung der Atome namentlich in luftförmigen Aggregatzuständen, und knüpft daran einige Bemerkungen über die verschiedenen Vorstellungsweisen von der Beschaffenheit der Atome.

Zur Wiederlegung der Hypothese von KRÖNIG und CLAUSIUS wird insbesondere (wie oben bei BUYS-BALLOT) die langsame Diffusion der Gase, sowie die Möglichkeit localer Temperaturverschiedenheiten im Innern einer zusammenhängenden Gasmasse angeführt. Insbesondere wird an einem speciellen Beispiel gezeigt, dafs man zur Erklärung der Erscheinungen annehmen müsse, dafs ein Wasserstoffatom bei einer aus der KRÖNIG'schen Theorie sich ergebenden fortschreitenden Geschwindigkeit von 609^{m}, in einer Secunde wenigstens 6000 mal zurückgeworfen werde. Hr. HOPPE folgert daraus folgende zwei Sätze:

1) Wenn die Wärmemenge eines Gases die lebendige Kraft seiner Atome ist, so kann die Bewegung, welche diese lebendige Kraft enthält, nur in unmefsbar kleiner Ausdehnung stattfinden und sich nur durch deren Kleinheit der Beobachtung entziehen.

2) Die Atome eines Gases unter Atmosphärendruck stehen nicht so weit von einander ab, oder ihre Wirkungssphären sind im Verhältnifs zu ihrem Abstande nicht so klein, dafs sie auf mefsbare Strecken ungehindert an einander vorbeigehen könnten.

[1]) Pogg. Ann. C. 209; Berl. Ber. 1857. p. 381.

Hr. Hoppe erwähnt ferner die Unzulänglichkeit der Rechnungen, welche Redtenbacher in seinem Dynamidensystem aufstellt zur Erklärung der Eigenschaften der Gase (vergl. Berl. Ber. 1857. p. 31).

Den Schlufs der Abhandlung bildet die Discussion der Frage, warum man gewöhnlich den Atomen räumliche Ausdehnung zuschreibt. Es wird darauf hingewiesen, wie dies seinen Grund nur in der gewöhnlichen Körperanschauung und in der Schwierigkeit hat, die Manche in der Abstraction finden, sich Materie ohne Ausdehnung vorzustellen, während doch bei allen auf die atomistische Hypothese gegründeten Rechnungen die Ausdehnung der Atome niemals berücksichtigt wird. Keine Masse kann durch sich selbst einer andern hindernd in den Weg treten, sondern nur durch abstofsende Kräfte. Die Annahme starrer Atome, welche aneinander stofsen, ohne jedoch fähig zu sein, ihre Bewegung auf einander zu übertragen, ist absurd, die Annahme nicht starrer raumerfüllender kleinster Körpertheilchen hingegen ist keine atomistische, sondern nur eine Zurückverlegung der Schwierigkeiten, auf welche man bei Behandlung eines Continuums stöfst [1]). Für alle Schlüsse, welche sich auf die atomistische Vorstellung von der Materie gründen lassen, sind die Atome nur mit Masse versehene Kraftcentra. Dafs Masse und Kraft immer in einem Punkt vereinigt gedacht werden müssen, erscheint Hrn. Hoppe als nothwendige Bestimmung, denn ohne Kraft würde die Masse für unsre gesammte Wahrnehmung nicht existiren und ohne Masse stünde der Ort der Kraft aufser aller ursächlichen Verbindung. *Im.*

R. Clausius. Ueber die mittlere Länge der Wege, welche bei der Molecularbewegung gasförmiger Körper von den einzelnen Molecülen zurückgelegt werden, nebst einigen andern Bemerkungen über die mechanische Wärmetheorie. Pogg. Ann. CV. 239-258†; Phil. Mag. (5) XVII. 81-91; Arch. d. sc. phys. (2) IV. 341-347.

Hr. Clausius beantwortet die in den obigen Abhandlungen von Buys-Ballot und von Hoppe enthaltenen Argumente gegen

[1]) Der Berichterstatter erinnert hierbei an die zum Theil recht bemerkenswerthen Ansichten, welche in Fechner's „Atomlehre" (Leipzig 1855) ausgesprochen sind.

seine Hypothese über die Bewegung der Gasmolecüle. Er weist nach, dafs es mit dem Wesen seiner Hypothese sehr wohl vereinbar sei, sich die mittleren Abstände der Gasmolecüle so klein, ihre Zusammenstöfse so häufig und daher die mittleren Längen der Wege der Gasatome zwischen zwei auf einander folgenden Zusammenstöfsen so kurz vorzustellen, dafs sich daraus die von Buys-Ballot und Hoppe angeführten Erscheinungen hinreichend erklären. Die Hypothese verlangt nämlich nur, dafs die Theile der Bahnen eines Gasmolecüls, in welchen dasselbe sich innerhalb der Wirkungssphäre eines andern befindet, verschwindend klein oder, insofern die Gase von Mariotte'schen und Gay-Lussac'schen Gesetz merklich abweichen, nur sehr klein seien gegen die gradlinigen Bahnstrecken, oder dafs die Wirkungssphären der Molecüle klein seien gegen ihre mittleren Entfernungen. Ist λ die mittlere Entfernung zweier Molecüle, ϱ der Halbmesser der Wirkungssphäre, und denkt man sich vorläufig alle Molecüle mit Ausnahme desjenigen, dessen Bewegung betrachtet werden soll, in Ruhe, so findet man durch einfache Betrachtungen die Wahrscheinlichkeit, dafs das Molecül eine Schicht von der Dicke x durchläuft, ohne dafs sein Schwerpunkt in die Wirkungssphäre eines andern geräth

$$W(x) = e^{-\frac{\pi\varrho^2}{\lambda^3}x}.$$

Daraus ergiebt sich dann die mittlere Weglänge eines Molecüls

$$l' = \frac{\lambda^3}{\pi\varrho^2}.$$

In dem Fall, wo nicht blofs ein Molecül in Bewegung ist, während die andern ruhen, reducirt sich diese Weglänge noch auf $\frac{3}{4}$ ihres Werthes und man erhält

$$l = \frac{3}{4}\,\frac{\lambda^3}{\pi\varrho^2},$$

oder

$$\frac{l}{\varrho} = \frac{\lambda^3}{\frac{4}{3}\pi\varrho^3},$$

d. h. die mittlere Weglänge eines Molecüls verhält sich zum Radius der Wirkungssphären, wie der vom Gase im Ganzen eingenommene Raum zu dem Theile des Raumes, der von den Wir-

kungssphären wirklich ausgefüllt wird. Ist dieser Theil z. B. ein Tausendstel des Ganzen, so wird

$$\frac{l}{\varrho} = 1000, \quad \frac{\lambda}{\varrho} = 16{,}12, \quad l = 1000\varrho = 61\lambda.$$

Der mittlere Abstand λ ist aber jedenfalls so klein, daſs die Weglänge 61λ noch als verschwindend kleine Gröſse betrachtet werden kann, während bei dem angenommenen Werth des Verhältnisses $\frac{l}{\varrho}$ das Mariotte'sche Gesetz schon mit groſser Annäherung für das Gas gelten kann. Die Weglängen der einzelnen Atome können allerdings von dem gefundenen Mittel bedeutend abweichen, indeſs ist die Wahrscheinlichkeit, daſs ein Molecül einen gradlinigen Gang zurücklegt, der z. B. gröſser als $10l$ ist, schon eine äuſserst geringe.

Von den übrigen Bemerkungen, zu welchen Hr. Clausius durch die Abhandlungen von Buys-Ballot und Hoppe veranlaſst wird, und die zum Theil schon in dem Bericht über die erstere Abhandlung erledigt sind, heben wir nur noch eine hervor. Die innere Arbeit bei der Ausdehnung eines permanenten Gases ist, wie schon Mayer bei seiner Herleitung des Werthes für das Wärmeäquivalent stillschweigend angenommen, wie ferner Clausius aus dem sonstigen Verhalten der permanenten Gase geschlossen, wie endlich Versuche von Regnault und besonders die schönen Untersuchungen von W. Thomson und Joule direct bewiesen haben, sehr klein im Verhältniſs zu der äuſseren Arbeit, welche das Gas bei der Expansion durch Ueberwindung des Gegendruckes leisten kann. Aus dieser Kleinheit der inneren Arbeit gegen die äuſsere folgt weiter mit Nothwendigkeit, daſs die Kräfte, welche die Molecüle in ihren mittleren Entfernungen auf einander ausüben gegen diejenigen, welche nöthig sein würden, um daraus die Expansivkraft der Gase zu erklären, sehr klein sein müssen, und die geringe innere Arbeit, welche Joule und Thomson gefunden haben, beweist, ihrem Vorzeichen nach, daſs diese kleinen Kräfte nicht Abstoſsungen, sondern Anziehungen sind.[1]

Im.

[1]) Vergl. Pogg. Ann. CIV. 653-654.

C. Theorie der Gase und Dämpfe.

A. Masson. Sur la corrélation des propriétés physiques des corps. Ann. d. chim. (3) LIII. 257-293. Siehe Berl. Ber. 1857. p. 171.

F. Reech. Note sur un mémoire intitulé. Théorie des propriétés calorifiques et expansives des fluides élastiques. C. R. XLVI. 84-89†.

Die Abhandlung des Hrn. Reech enthält keine neuen Resultate. Derselbe behandelt nach Art seiner früheren Abhandlungen[1]) die Theorie der Gase und Dämpfe. Inwiefern diese Behandlungsweise vor der einfacheren von Clausius, Thomson u. A. gegebenen besondere Vorzüge hat, ist aus dem Auszuge nicht ersichtlich. *Im.*

J. A. Groshans. Ueber die Verhältnisse zwischen den Spannungen und Temperaturen der Dämpfe. Pogg. Ann. CIV. 651-653†; Phil. Mag. (4) XVI. 398-399.

Hr. Groshans stellt folgende empirische Formel für die Abhängigkeit der Spannung des Wasserdampfs von der Temperatur auf. Sind t_a und t_b die Temperaturen, welche den in Millimetern Quecksilberdruck ausgedrückten Dampfspannungen a und b entsprechen, so ist

$$\frac{t_a-100}{t_b-100}=\frac{\sqrt[6]{a}-\sqrt[6]{760}}{\sqrt[6]{b}-\sqrt[6]{760}}.$$

Die Formel wird mit den Tabellen von Regnault verglichen. Anstatt der Zahlen 100 und 760 können zwei beliebige andre correspondirende Zahlen eingeführt werden. Für die der Dampfspannung 0 entsprechende Temperatur oder die untere Verdunstungsgrenze des Wassers erhält man nach der Formel — 79° C.; daher kann dieselbe durch die einfachere ersetzt werden

$$\frac{t_a+79}{t_b+79}=\frac{\sqrt[6]{a}}{\sqrt[6]{b}},$$

Im.

---

[1]) Berl. Ber. 1853. p. 404, 1856. p. 345.

J. J. Waterston. On the evidence of a graduated difference between the thermometers of air and mercury below 100° C. derived from M. Regnault's observations on the tension of aqueous vapour. Phil. Mag. (4) XV. 212-226†.

W. J. M. Rankine. On the elasticity of carbonic acid gas. Phil. Mag. (4) XV. 303-305†.

Die Versuche von Dulong und Petit [1]) hatten bekanntlich bei höheren Temperaturen eine nicht unbedeutende Abweichung des Quecksilberthermometers vom Luftthermometer ergeben, welche z. B. bei 200° schon auf 3° stieg, und aus welcher sich vermuthen liefs, dafs auch schon bei Temperaturen zwischen 0 und 100° sich die Ungleichförmigkeit in der Ausdehnung des Quecksilbers bemerklich machen müfste. Nach einer auf die Versuchsresultate von Dulong und Petit gegründeten Interpolationsformel betrüge die Abweichung z. B. bei 50° etwa einen halben Grad. Die neueren Versuche von Regnault und Pierre haben eine geringere Abweichung ergeben.

Hr. Waterston will nun die Versuche von Dulong und Petit vertheidigen und zwar auf folgende Weise. Derselbe hat früher [2]) eine graphische Darstellung der von Regnault beobachteten Dampfspannungen von Wasser und andern Flüssigkeiten in der Weise gegeben, dafs die Temperaturen als Abscissen, als Ordinaten aber die Werthe des Ausdrucks

$$\sqrt[6]{\frac{p}{t+274}}$$

aufgetragen wurden, wo p die Spannkraft des gesättigten Dampfes bei t° C. bezeichnet. Die so construirten Curven weichen von geraden Linien nur sehr wenig ab. Dieselben stimmen aber mit geraden Linien noch genauer überein, wenn man an den von Regnault angegebenen Temperaturen des Quecksilberthermometers die Correctionen anbringt, welche sich aus der nach den Versuchen von Dulong und Petit berechneten Interpolationsformel ergeben würden. — Ganz abgesehen von der eigenthümlich indirecten Weise dieser Bestätigung der Versuche von Du-

[1]) Ann. d. chim. VII. 138.

[2]) Berl. Ber. 1850, 51. p. 593, wo in der Klammer die absolute Temperatur t anstatt $\sqrt{t}$ stehen mufs.

LONG und PETIT beruht dieselbe auf einer ganz willkürlich gebildeten empirischen Formel, und man fühlt sich wenig geneigt, dieser Formel zu Gefallen die Schärfe der Beobachtungsmethoden von REGNAULT in Zweifel zu ziehen. Jedenfalls haben die Versuche von REGNAULT den Vorzug, dafs derselbe den Einflufs der verschiedenen Glassorten mit der gröfsten Sorgfalt geprüft hat, ohne dessen Berücksichtigung vergleichbare Resultate nicht gewonnen werden konnten. Uebrigens sagt REGNAULT ausdrücklich, und es geht auch aus seinen Tabellen hervor, dafs er auch in dem Intervall zwischen 0 und 100° merkliche Abweichungen zwischen Luft- und Quecksilberthermometer gefunden habe, welche aber zu klein seien, um dieselben mit Sicherheit bestimmen zu können, und welche nach den Tabellen einen Viertelgrad nicht übersteigen. [1])

In einer Anmerkung bezeichnet Hr. WATERSTON gelegentlich und ohne weitere Begründung eine von RANKINE gegebene empirische Formel für die Elasticität der Kohlensäure [2]) als offenbar unrichtig. Hr. RANKINE sieht sich dadurch veranlafst, eine Vergleichung der nach seiner Formel berechneten mit den von REGNAULT beobachteten Werthen zu publiciren, welche eine befriedigende Uebereinstimmung zeigt. *Im.*

G. KIRCHHOFF. Ueber einen Satz der mechanischen Wärmetheorie und einige Anwendungen desselben. POGG. ANN. CIII. 177-206†.

— — Bemerkung über die Spannung des Wasserdampfes bei Temperaturen, die dem Eispunkt nahe sind. POGG. ANN. CIII. 206-209†.

Der Satz des Hrn. KIRCHHOFF ist eine verallgemeinerte Form eines in einer Formel von THOMSON [3]) enthaltenen Theorems, welches sich aus der Verbindung der beiden Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie ergiebt. Führt man einen Körper aus einem Zustand in einen anderen über, so giebt er dabei eine ge-

[1]) Vergl. Mém. d. l'Ac. XXI. 238 und Tabelle zu p. 226*.
[2]) Berl. Ber. 1854. p. 362, 1855. p. 370.
[3]) Phil. Mag. (4) IX. 523; Berl. Ber. 1852. p. 372.

wisse positive oder negative Wärmemenge ab und leistet eine gewisse positive oder negative äufsere Arbeit. Die Summe der geleisteten Arbeit und des mechanischen Aequivalents der abgegebenen Wärmemenge soll die der Ueberführung entsprechende Wirkungsgröfse heifsen. Aus dem ersten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie folgt, dafs die Wirkungsgröfse durch den Anfangs- und Endzustand des Körpers völlig bestimmt, von dem Wege, auf dem die Ueberführung geschieht, aber unabhängig ist. Es soll vorausgesetzt werden, dafs die lebendige Kraft der sichtbaren Bewegung des Körpers immer verschwindend klein, und dafs der Zustand des Körpers durch zwei unabhängige Veränderliche eindeutig bestimmt sei, was z. B. bei Flüssigkeiten im Allgemeinen der Fall sein wird. Als eine Variable soll die vom absoluten Mittelpunkt gezählte Temperatur t gewählt werden, die andre Variable x soll vorläufig unbestimmt bleiben.

Damit x und dx, t und dt wachse, mufs dem Körper eine gewisse Wärmemenge

$$dQ = Xdx + Tdt$$

zugeführt werden. Das Volumen sei v, der Druck p, das mechanische Aequivalent der Wärmeeinheit k, so ist die dem Procefs entsprechende Wirkungsgröfse

$$p \cdot dv - kdQ.$$

Nach dem ersten Grundsatz der mechanischen Wärmetheorie mufs dieselbe das vollständige Differential einer Function der beiden unabhängig Veränderlichen x und t sein, welche mit W bezeichnet werden und die Wirkungsfunction des Körpers heifsen soll. Sind dann W_1 und W_2 die zwei beliebigen Zuständen des Körpers entsprechenden Werthe der Wirkungsfunction, so ist $W_2 - W_1$ die der Ueberführung aus dem ersten in den zweiten Zustand entsprechende Wirkungsgröfse. Mit Rücksicht auf den Werth von dQ ergiebt sich

$$(1) \quad \ldots\ldots \quad \begin{cases} \dfrac{\partial W}{\partial x} = p\dfrac{\partial v}{\partial x} - kX \\ \dfrac{\partial W}{\partial t} = p\dfrac{\partial v}{\partial t} - kT. \end{cases}$$

Aus dem zweiten Grundsatz der mechanischen Wärmetheorie

folgt, dafs das Integral $\int \frac{dQ}{t}$ über einen beliebigen (umkehrbaren) Kreisprocefs ausgedehnt verschwinden mufs. Setzt man für dQ seinen Werth, so folgt daraus die Bedingung

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{X}{t}\right) = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{T}{t}\right)$$

und indem man für X und T ihre aus den Gleichungen (1) abgeleiteten Werthe eingesetzt, nach einer kleinen Transformation

$$\frac{\partial W}{\partial x} = t^2\left(\frac{\partial \frac{p}{t}}{\partial x}\cdot\frac{\partial v}{\partial t} - \frac{\partial \frac{p}{t}}{\partial t}\,\frac{\partial v}{\partial x}\right)$$

und hieraus durch Integration

$$(2)\quad .\quad W = W_0 + t^2\int_{x_0}^{x}\left(\frac{\partial \frac{p}{t}}{\partial x}\,\frac{\partial v}{\partial t} - \frac{\partial \frac{p}{t}}{\partial t}\,\frac{\partial v}{\partial x}\right)dx,$$

wo bei der Integration t als Constante zu betrachten ist und W_0 diejenige Function von t bezeichnet, in welche W für den willkürlich gewählten Anfangswerth $x = x_0$ übergeht. Aus der zweiten der Gleichungen (1) bestimmt sich

$$(3)\quad .\quad .\quad .\quad W_0 = \int^t\left(p_0\,\frac{dv_0}{dt} - kT_0\right)dt,$$

wenn p_0, v_0, T_0 die Functionen von t bezeichnen, in welche p, v, T für $x = x_0$ übergehen.

Der in den Gleichungen (2) und (3) enthaltene Satz, welcher sich auf die von Thomson gegebene Form reducirt, wenn man $x = v$ setzt, wird angewendet auf die Bestimmung der Wirkungsfunction der Masseneinheit Wasser in verschiedenen Zuständen, ferner auf die Absorption von Gasen und die Lösung von Salzen im Wasser. Wir müssen uns auf die Angabe der Resultate beschränken.

Die Wirkungsfunction der Masseneinheit Wasser. So lange der Druck p gröfser bleibt, als das Maximum der Spannkraft des Wasserdampfes bei der stattfindenden Temperatur, ist alles Wasser flüssig. Setzt man in obiger Formel $x = p$ und betrachtet, was ohne merklichen Fehler geschehen kann, das Volumen des flüssigen Wassers als unabhängig von Druck und Temperatur, so wird

$$(4) \quad \ldots\ldots\ldots \quad W = -k\int_{t_0}^{t} c\,dt,$$

wo $c = T_0$ die specifische Wärme des Wassers bezeichnet.

Wird der Druck verringert, so tritt Dampfbildung ein; so lange noch ein Theil des Wassers flüssig ist, soll in der Gleichung (2) x die Masse des gebildeten Dampfes bezeichnen. Es ist dann die Spannung des gesättigten Dampfes π_1 eine Function von t allein und von x unabhängig. Ist s das Volumen der Masseneinheit flüssigen Wassers, σ das Volumen der Masseneinheit gesättigten Dampfes bei der Temperatur t, so wird

$$(5) \quad \ldots \quad W = -k\int_{t_0}^{t} c\,dt - t^2(\sigma - s)x \cdot \frac{d\frac{\pi_1}{t}}{dt}.$$

Ist endlich alles Wasser verdampft, so kann der Druck weiter verkleinert werden. Im überhitzten Zustande ist der Druck π wieder Function von v und t und es soll jetzt in Gleichung (2) $x = v$ gesetzt werden. Ist dann V ein so grofses Volumen, dafs in der Nähe desselben der Dampf sich bei den vorkommenden Temperaturen schon wie ein vollkommenes Gas verhält, und seine Wärmecapacität bei constantem Volumen einen constanten Werth γ hat, so ist

$$(6) \quad \ldots\ldots \quad W = K - k\gamma t + t^2\int_{v}^{V} \frac{\partial\frac{\pi}{t}}{\partial t}\,dv.$$

Die Constante K bestimmt sich durch die Bedingung, dafs für $v = \sigma$ der Ausdruck (6) denselben Werth haben mufs, wie der Ausdruck (5) für $x = 1$.

Für Werthe von v endlich, die so grofs sind, dafs der Dampf sich schon wie ein vollkommenes Gas verhält, nimmt die Wirkungsfunction die einfache Form an.

$$(7) \quad \ldots\ldots\ldots \quad W = K - k\gamma t.$$

Ist t_0 die absolute Temperatur des Gefrierpunktes, so weicht nach Clausius der gesättigte Wasserdampf in der Nähe dieses Punktes nur wenig vom Mariotte'schen Gesetz ab und man hat

$$\pi_1\sigma = R.t.$$

Bezeichnet λ die Wärmemenge, welche der Masseneinheit Was-

ser von der Temperatur t_0 zugeführt werden mufs, um dasselbe in gesättigten Dampf von der Temperatur t^0 zu verwandeln und bemerkt man, dafs die dabei geleistete Arbeit $\pi_1(\sigma - s)$ oder, da s gegen σ vernachlässigt werden kann, $R.t$ ist, so ergiebt sich die Wirkungsgröfse für diese Ueberführung gleich $Rt - k\lambda$, mithin

$$W = Rt - k\lambda + \text{const.}$$

Indem man diesen Ausdruck der Wirkungsfunction dem obigen (7) gleich setzt, und die so erhaltene Gleichung in Beziehung auf t differentiirt, erhält man

$$\frac{\partial \lambda}{\partial t} = \gamma + \frac{R}{k}.$$

Es ist aber nach einem bekannten Satz von Clausius [1]) der Ausdruck auf der rechten Seite dieser Gleichung die specifische Wärme bei constantem Druck des hinreichend ausgedehnten Wasserdampfes und nach den Werthen von Regnault

$$\lambda = 606{,}5 + 0{,}305\ (t - t_0),$$

mithin hat der Differentialquotient $\frac{\partial \lambda}{\partial t}$ den constanten Werth 0,305. Dieser Werth weicht von dem von Regnault durch directe Versuche gefundenen Werth der specifischen Wärme des Wasserdampfes 0,475 beträchtlich ab. Dafs beide Zahlen übereinstimmen müfsten, wenn sich gesättigter Dampf wirklich wie ein vollkommenes Gas verhielte, ist schon von Rankine bemerkt worden [2]).

Die Absorption eines Gases in Wasser wird unter der Voraussetzung der Richtigkeit des Dalton'schen Gesetzes und der Proportionalität der absorbirten Gasmenge mit dem Druck des über dem Wasser befindlichen Gases untersucht. So lange in dem Gemenge von Wasser und Gas alles Wasser dampfförmig ist, ist die Wirkungsfunction

$$W = K - k(\gamma + g\gamma')t + t^2 \int_v^V dv \frac{\partial \frac{\pi}{t}}{\partial t},$$

wo g die Masse des Gases, γ' seine specifische Wärme bei constantem Volumen bezeichnet und die übrigen Buchstaben die frühere Bedeutung haben.

[1]) Pogg. Ann. LXXIX. 393.
[2]) Pogg. Ann. LXXXI. 176; Berl. Ber. 1850, 51. p. 581.

Wird das Gemenge so lange comprimirt, bis aller Dampf condensirt und alles Gas absorbirt ist, so ist für diesen Zustand die Wirkungsfunction

$$W_1 = -k\left(g\gamma' t + \int_{t_0}^{t} c dt\right) - gR't^2 \frac{d \log (bt)}{dt} + \text{const.}$$

In dieser Gleichung bezeichnet b den Absorptionscoefficienten des Gases in der von Bunsen gebrauchten Bedeutung. Aus diesem Ausdruck wird die Aenderung der Wärmecapacität abgeleitet, welche die Masseneinheit Wasser erleidet, indem sie die Gasmenge g absorbirt; ferner dient derselbe dazu, die Wärmemenge Q zu berechnen, welche bei Absorption des Gases entwickelt wird. Es ergiebt sich

$$Q = -g \frac{R'}{k} t^2 \frac{d \log b}{dt}.$$

Es liegen die nöthigen experimentellen Data vor, um die Gültigkeit dieser Gleichung für die Absorption von Ammoniak und von schwefliger Säure zu prüfen, indem die Absorptionswärme dieser Gase durch Favre und Silbermann, die Abhängigkeit ihrer Absorptionscoefficienten von der Temperatur aber durch Bunsen ermittelt worden ist. Die grofse Abweichung zwischen den berechneten und beobachteten Werthen von Q nöthigt jedoch zu der Annahme, dafs bei Gasen die in so grofser Menge wie Ammoniak und schweflige Säure absorbirt werden, die der Rechnung zu Grunde liegenden Voraussetzungen nicht zulässig sind.

Auf die Auflösung eines Salzes im Wasser sind ganz ähnliche Betrachtungen anwendbar, wie auf die Absorption eines Gases. Es sind zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem die vorhandene Wassermasse m gröfser oder kleiner ist als diejenige, welche erforderlich ist, um die Salzmasse 1 aufzulösen. Im letzteren Falle erhält man für die Wärmemenge, welche durch Sättigung der Wassermenge m mit dem Salz entwickelt wird, unter der Voraussetzung, dafs der gesättigte Wasserdampf sich wie ein vollkommenes Gas verhält, den Ausdruck

$$Q = m \frac{R}{k} t^2 \frac{d \log \frac{\mu_1}{\pi_1}}{dt},$$

wo π_1 die Spannkraft des Wasserdampfes über reinem Wasser, μ_1 die Spannkraft über der gesättigten Salzlösung bezeichnet. Reicht das vorhandene Salz zur Sättigung der Wassermenge nicht hin, so wird unter der nämlichen Voraussetzung wie oben

$$Q = \frac{R}{k} t^2 \frac{\partial}{\partial t} \int_0^m dx \log \frac{\mu}{\pi_1},$$

wo μ die Spannung des Dampfes über einem Gemenge von der Salzmasse 1 und der Wassermasse x bezeichnet, also $\mu = \mu_1$ ist, so lange x kleiner ist als die zur Lösung des Salzes erforderliche Wassermenge α, aber von μ verschieden für Werthe von x zwischen α und m. Die Erfahrung lehrt, dafs, wenn man zu einer Salzlösung von gewisser Verdünnung noch Wasser hinzufügt, keine Wärmeentwickelung mehr stattfindet. Ist diese Verdünnung erreicht, so mufs

$$\frac{\partial}{\partial t} \log \frac{\mu}{\pi_1} = 0$$

werden, also das Verhältnifs $\frac{\mu}{\pi_1}$ von der Temperatur unabhängig sein, was mit den Beobachtungen von Babo übereinstimmt. Findet beim Zusatz von Wasser noch Wärmeentwickelung statt, so mufs $\frac{\mu}{\pi_1}$ mit steigender Temperatur wachsen, es mufs bei steigender Temperatur abnehmen, wenn eine Temperaturerniedrigung sich zeigt.

Hr. Kirchhoff schliefst die Abhandlung mit der Bemerkung, dafs man bei Versuchen über die bei chemischen Processen frei werdende Wärmemenge auf die Temperatur Rücksicht nehmen müsse, bei welcher die Processe eingeleitet werden, da die Verbindungswärme mit der Temperatur variiren mufs, falls, wie es in der Regel, die Wärmecapacität durch den chemischen Procefs geändert wird.

In der zweiten Abhandlung zeigt Hr. Kirchhoff, dafs das Resultat der Versuche von Regnault, dafs die Dampfspannung über Eis von 0° gleich der Dampfspannung über Wasser von 0° ist, mit der mechanischen Wärmetheorie in Einklang steht, indem diese Uebereinstimmung nach den Formeln derselben zwar nicht nothwendig, aber zulässig ist, dafs aber aus der Theorie folgt,

dafs der Differentialquotient der Spannung des Dampfes bei 0° einen Sprung erleidet. Es ist nämlich die Wirkungsgröfse für den Uebergang der Masseneinheit Wasser von 0° in gesättigten Dampf von 0° nach Gleichung (5), wenn man s gegen σ vernachlässigt,

$$-t_0^2 \cdot \left(\sigma \frac{d\frac{\pi_1}{t}}{dt}\right)_{t=t_0},$$

wo t_0 wie oben die absolute Temperatur des Gefrierpunktes und π_1 die Spannung des gesättigten Dampfes von 0° bezeichnet. Ist μ_1 die Spannung des Dampfes über Eis bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt, so hat man für die Temperatur t_0, $\mu_1 = \pi_1$. Ist l die Schmelzwärme des Eises, so ergiebt sich für den Uebergang der Masseneinheit Eises in gesättigten Dampf, je nachdem man das Eis direct verdampfen oder erst flüssig werden und dann verdampfen läfst, der doppelte Ausdruck der Wirkungsgröfse:

$$-t_0^2 \left(\sigma \frac{d\frac{\mu_1}{t}}{dt}\right)_{t=t_0}$$

und

$$-kl - t_0^2 \left(\sigma \frac{d\frac{\pi_1}{t}}{dt}\right)_{t=t_0}$$

und indem man beide Ausdrücke gleich setzt

$$\frac{d\mu_1}{dt} - \frac{d\pi_1}{dt} = \frac{kl}{t_0 \sigma}$$

für $t = t_0$. Aus den bekannten Werthen für k, l, σ, t_0 ergiebt sich, wenn als Einheit des Drucks der Druck einer Quecksilbersäule von 1^{mm} Höhe gewählt wird,

$$\frac{d\mu_1}{dt} - \frac{d\pi_1}{dt} = 0{,}044.$$

Dieser Unterschied liegt innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler, doch lassen die Beobachtungsreihen von Regnault einen Unterschied von demselben Sinne und derselben Ordnung (0,012) erkennen. *Im.*

A. Wüllner. Versuche über die Spannkraft des Wasserdampfes aus wässrigen Salzlösungen. Berl. Monatsber. 1858. p. 175-184; Pogg. Ann CIII. 529-562†; Inst. 1858. p. 233-234; Ann. d. chim. (3) LIII. 497-500.

— — Versuche über die Spannkraft der Dämpfe aus Lösungen von Salzgemischen. Marburg 1858. p. 1-31; Pogg. Ann. CV. 85-117.

Babo hat aus seinen Untersuchungen über die Spannkraft der Dämpfe aus Salzlösungen den allgemeinen Satz abgeleitet, dafs das Verhältnifs der Spannkraft der Dämpfe aus der Salzlösung und aus reinem Wasser ein von der Temperatur unabhängiges sei [1]). Hr. Wüllner ist durch seine Versuche zu abweichenden Resultaten gelangt, bemerkt übrigens auch, dafs aus Babo's Versuchen das von demselben aufgestellte Gesetz nicht allgemein folge.

Die Versuchsmethode des Hrn. Wüllner war der von Magnus [2]) gebrauchten ähnlich. In eine Eisenplatte waren 7 Hülsen eingesetzt, welche durch Kanäle im Innern der Platte mit einander communicirten und mit Quecksilber gefüllt waren. In 6 dieser Hülsen wurden etwa 25^{cm} lange und $1,5^{cm}$ weite, oben zugeschmolzene, mit Quecksilber gefüllte und ausgekochte Glasröhren mittelst durchbohrter Pfropfen von vulkanisirtem Kautschuck eingesetzt, nachdem man in die Röhren zuvor eine angemessene Quantität der zu untersuchenden Salzlösungen gebracht hatte. In die siebente Hülse setzte man eine beiderseits offene Glasröhre mit einem birnförmigen Gefäfs, welches grofs genug war, das in den sechs Barometerröhren enthaltene Quecksilber aufzunehmen. Wurde dieses Gefäfs mit einer Luftpumpe in Verbindung gesetzt und die Luft so weit verdünnt, bis das Quecksilber in den Röhren zu sinken begann, so hatte man 6 abgekürzte Dampfbarometer. In eines derselben wurde reines Wasser, in die fünf anderen Salzlösungen von verschiedenem Procentgehalt gebracht und mittelst eines Cathetometers die Differenz der Quecksilberbestände beobachtet. Die ganze Eisenplatte mit den Barometerröhren war von einem parallelepipedischen Kasten um-

[1]) Berl. Ber. 1857. p. 165.
[2]) Pogg. Ann. LXI. 225.

geben, dessen Vorder- und Hinterwand durch Spiegelglasplatten gebildet wurden, und der mit Wasser gefüllt war, dessen Temperatur durch zwei Gasbrenner geregelt und durch einen Rührapparat gleichförmig erhalten wurde. Die Versuche beziehen sich auf Chlornatrium, schwefelsaures Natron, salpetersaures Natron, Chlorkalium, schwefelsaures Kali, salpetersaures Kali, Rohrzucker.

Die Resultate der Versuche sind folgende: Die Verminderung der Spannkräfte des Wasserdampfes durch gelöstes Salz sind bei derselben Temperatur direct proportional den Mengen des gelösten Salzes. Der Rohrzucker weicht bei Temperaturen über 90° C. von diesem Gesetz ab, vielleicht weil bei dieser Temperatur eine Umsetzung desselben in eine andre Zuckerart beginnt; bei Glaubersalz hat man den Procentgehalt an wasserfreiem Salz in Rechnung zu bringen. Das Löslichkeitsmaximum dieses Salzes bei 33° und der verschiedene Gehalt an Krystallwasser über und unter dieser Temperatur steht in keinerlei Zusammenhang mit der durch das Salz bewirkten Spannkraftsverminderung.

Nur Kochsalz und Glaubersalz folgen dem einfachen Gesetz, dafs sie in allen Temperaturen die Spannkraft in demselben Verhältnifs vermindern, bei salpetersaurem Kali, salpetersaurem Natron und Chlorkalium wachsen die Verminderungen der Spannkräfte rascher, bei schwefelsaurem Kali und Zucker langsamer als die Spannkräfte selbst. Bezeichnet man die Spannkraft des Dampfes aus reinem Wasser mit T, so werden die entsprechenden durch 1$\frac{0}{0}$ Salzgehalt bewirkten Verminderungen V durch folgende Formeln dargestellt:

1) für	Kochsalz	$V = 0{,}00601\,T$
2) -	Glaubersalz	$V = 0{,}00236\,T$
3) -	salpetersaures Natron	$V = 0{,}00315\,T + 0{,}000000907\,T^2$
4) -	Chlorkalium	$V = 0{,}00390\,T + 0{,}000000538\,T^2$
5) -	einf. schwefels. Kali	$V = 0{,}00383\,T - 0{,}0000019\,T^2$
6) -	salpetersaures Kali	$V = 0{,}00196\,T + 0{,}00000108\,T^2$
7) -	Rohrzucker	$V = 0{,}00074\,T - 0{,}00000012\,T^2$

Die nach diesen Formeln berechneten Siedepunkte der gesättigten Salzlösungen stimmen für Kochsalz und Chlorkalium

mit den Versuchen von LEGRAND[1]) überein, nicht aber für salpetersaures Kali und Natron. Leider konnte Hr. WÜLLNER seine Versuche nicht auf Temperaturen über 100° C. ausdehnen. — Zwischen der Gröfse der Verminderung der Spannkraft und dem sonstigen physikalischen Verhalten, insbesondere der Löslichkeit der Salze, war kein gesetzmäfsiger Zusammenhang nachweisbar.

Die obigen Resultate sind, wie Hr. WÜLLNER in der zweiten Abhandlung bemerkt, nicht in Uebereinstimmung mit den theoretischen Resultaten von KIRCHHOFF (siehe den vorhergehenden Bericht über die KIRCHHOFF'sche Abhandlung), denn das Verhätnifs $\frac{\mu}{\pi_1}$ in der Bezeichnungsweise von KIRCHHOFF, oder $\frac{T-V}{T}$ nach der Bezeichnung von WÜLLNER wächst oder nimmt ab bei steigender Temperatur, je nachdem V langsamer oder schneller als T zunimmt, d. h. je nachdem in obigen Formeln das Glied mit T^n negativ oder positiv ist. Dem entsprechend müfste also nach KIRCHHOFF die bei Lösung dieser Salze entwickelte Wärmemenge Q im ersten Fall positiv, im zweiten negativ sein, für Kochsalz und Glaubersalz aber Null. Die Erfahrung lehrt, dafs bei Lösung aller der untersuchten Salze Wärme verschwindet, mit Ausnahme des (wasserfreien) Glaubersalzes, bei dessen Lösung Wärme frei wird.

Hr. WÜLLNER dehnt ferner in der zweiten Abhandlung seine Untersuchungen auf Salzgemenge aus. Das Gesetz der Proportionalität der Spannkraftsverminderung mit dem Procentgehalt der Lösung zeigte sich auch hier noch gültig, wenn der Procentgehalt beider Salze in gleichem Maafse vermehrt wurde. Dagegen zeigte sich zwischen der Spannkraftsverminderung durch das Salzgemisch und durch seine Bestandtheile kein gesetzmäfsiger Zusammenhang selbst dann nicht, wenn zwischen beiden Salzen keine chemische Einwirkung stattfinden konnte, wie z. B. bei einem Gemenge von schwefelsaurem Natron und Chlornatrium. Während bei jedem dieser Salze für sich die Verminderung V der Spannkraft T proportional war, würde für das Gemenge V durch einen Ausdruck von der Form $aT - bT^n$ dargestellt, wo

[1]) Ann. d. chim. (2) LIX. 423.

der Werth von b je nach dem Mengungsverhältnifs verschieden war. Es folgt daraus, dafs auch Salze, welche nicht chemisch auf einander einwirken, sich in ihrer Anziehung auf die Wassertheilchen gegenseitig modificiren, wenn sie zugleich in Lösung sind.

Endlich versucht Hr. Wüllner durch theoretische Betrachtungen aus den beobachteten Spannkraftsverminderungen ein Maafs für die Molecularattraction zwischen Salz und Wasser herzuleiten. *Im.*

G. Kirchhoff. Ueber die Spannung des Dampfes von Mischungen aus Wasser und Schwefelsäure. Pogg. Ann. CIV. 612-621†.

A. Wüllner. Einige Bemerkungen zum Aufsatz des Hrn. Kirchhoff „über die Spannungen des Dampfes von Mischungen aus Wasser und Schwefelsäure". Pogg. Ann. CV. 478-485†.

G. Kirchhoff. Erwiderung auf die Bemerkungen des Herrn Wüllner. Pogg. Ann. CVI. 322-325†.

A. Wüllner. Entgegnung auf die Erwiderung des Herrn Kirchhoff. Pogg. Ann. CVI. 632-637†.[1])

In seiner Abhandlung „über einen Satz der mechanischen Wärmetheorie u. s. w." (siehe oben p. 328) hat Hr. Kirchhoff eine Relation hergeleitet zwischen der Spannung des Dampfes einer wäfsrigen Salzlösung und der bei Bildung dieser Lösung frei werdenden oder verschwindenden Wärmemenge. Da die dabei angestellten Betrachtungen auch für jede andere Flüssigkeit gelten, deren Dampf reiner Wasserdampf ist, wie z. B. auch für Mischungen aus Wasser und Schwefelsäure, so können diese dazu dienen, die Theorie mit der Erfahrung zu vergleichen. Regnault hat nämlich für 9 verschiedene Mischungen von Schwefelsäure und Wasser die Dampfspannungen gemessen[2]) und die bei Mischung von Wasser und Schwefelsäure stattfindende Wärmeentwickelung ist durch die Versuche von Favre und Silber-

[1]) Die beiden letzten Notizen gehören eigentlich dem folgenden Jahresbericht an, sind aber hier vorgreifend erledigt worden, um nicht nochmals auf diesen Streitpunkt zurückkommen zu müssen.

[2]) Ann. d. chim. (3) XV. 173.

mann, von Abria und von Thomson ermittelt, deren Resultate durch eine von letzterem aufgestellte Formel [1]) dargestellt werden. Mit Hülfe dieser Formel und der von Hrn. Kirchhoff aufgestellten Relation kann man für jede der von Regnault untersuchten Schwefelsäuren die Dampfspannung für alle Temperaturen berechnen, wenn man für jede dieser Säuren die Dampfspannung bei einer Temperatur als bekannt annimmt. Läfst man die Voraussetzung fallen, dafs der gesättigte Wasserdampf sich bei den vorkommenden Temperaturen als ein vollkommenes Gas verhält, so mufs man auf die genauere Formel zurückkehren, welche noch eine empirisch zu ermittelnde Constante enthält, und es mufs zu diesem Zweck für eine der Schwefelsäuren die Dampfspannung bei zwei verschiedenen Temperaturen angenommen werden.

Die Uebereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten Werthen ist bei den Säuren mit gröfserem Wassergehalt ziemlich befriedigend, bei den concentrirteren Säuren aber ($SO_3 + 2HO$, $SO_3 + 3HO$) namentlich bei niederen Temperaturen sehr mangelhaft.

Hr. Wüllner bemerkt zu dem Aufsatz von Kirchhoff, dafs ihm die Uebereinstimmung zwischen den beobachteten und den nach der Formel von Kirchhoff berechneten Zahlen auffallend gewesen sei. Die Formel von Kirchhoff verlangt nämlich, dafs die Spannkraft des Dampfes aus Schwefelsäurelösungen, da bei ihrer Bildung Wärme frei wird, mit der Temperatur schneller wachse, als die Spannkraft des Dampfes aus reinem Wasser, es findet aber, wie sich durch Interpolation der Versuche von Regnault ergiebt, für die concentrirteren Säuren grade das Gegentheil statt, für die verdünnteren ist das Verhältnifs der Spannkräfte nahe von der Temperatur unabhängig. In der That sind, wie schon bemerkt, bei den concentrirten Säuren die Abweichungen am gröfsten, und Hr. Wüllner macht, wohl nicht mit Unrecht, darauf aufmerksam, dafs die vorhandene Uebereinstimmung sich noch gröfstentheils durch die Art und Weise erklärt, wie Hr. Kirchhoff die Vergleichung anstellt, so dafs die ganze Verification illusorisch erscheint. Der umgekehrte Weg aus den von

[1]) Pogg. Ann. XC. 278; Berl. Ber. 1853. p. 363.

Regnault beobachteten Spannungen die bei der Mischung entwickelte Wärmemenge zu berechnen, würde wenig befriedigende Resultate ergeben haben.

Hr. Kirchhoff erwidert auf die Bemerkungen des Hrn. Wüllner, dafs sich aus den von Regnault gegebenen Interpolationsformeln für seine Versuche keine sicheren Schlüsse ziehen lassen, sondern dafs man auf die Versuche unmittelbar zurückgehen müsse, und diese Erwiderung hat eine Entgegnung des Hrn. Wüllner zur Folge, in welcher derselbe nachweist, dafs auch, abgesehen von der Interpolationsformel, die unmittelbaren Versuchsresultate von Regnault ein Abnehmen des Quotienten $\frac{\mu}{\pi_1}$ mit wachsender Temperatur erkennen lassen.

Was übrigens den Grund betrifft, welchen Hr. Wüllner für den Mangel der Uebereinstimmung der Kirchhoff'schen Theorie mit der Erfahrung angiebt, so beweist derselbe, wie Hr. Kirchhoff mit Recht bemerkt, nur ein unklares Verständnifs des Begriffs der Wirkungsgröfse von Seiten des Ersteren. *Im.*

D. Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auf feste und tropfbar flüssige Körper.

J. P. Joule. On some thermo-dynamic properties of solids. Proc. of Roy. Soc. IX. 254-254†; Phil. Mag. (4) XVII. 61-61.

— — On the thermal effects of compressing fluids. Proc. of Roy. Soc. IX. 496-496†.

Hr. Joule hat seine im Berl. Ber. 1857. (p. 291) erwähnten Versuche mit Holzstäben fortgesetzt, welche quer über die Fasern geschnitten waren. Er fand, dafs das feuchte Holz, obgleich es sich durch Erwärmung in allen Richtungen zusammenzieht, dennoch bei Abwägung in Wasser bei verschiedenen Temperaturen eine cubische Ausdehnung durch die Wärme erkennen liefs. Der Verfasser erklärt diesen scheinbaren Widerspruch dadurch, dafs bei der Erwärmung ein Theil des absorbirten Wassers aus den Poren gedrängt wird.

Die andre Notiz enthält eine experimentelle Verification der von Thomson aufgestellten Formeln für die Erwärmung von Flüs-

sigkeiten durch Compression (siehe Berl. Ber. 1857. p. 290). Die Resultate der Versuche sind in folgender Tabelle enthalten:

Temperatur der Flüssigkeit.	Druck in Atmossphären.	Erwärmung beobachtet.	Erwärmung berechnet.
	Wasser.		
1,2° C.	25,34	— 0,0083	— 0,0071
5	25,34	+ 0,0044	+ 0,0027
11,69	25,34	0,0205	0,0197
18,38	25,34	0,0314	0,0340
30	25,34	0,0544	0,0563
31,37	15,64	0,0394	0,0353
40,4	15,64	0,0450	0,0476
	Oel.		
16	7,92	0,0792	0,0886
17,29	15,64	0,1686	0,1758
16,27	25,34	0,2663	0,2837

Die Versuchsmethode ist nicht beschrieben, auch die Formeln, nach welchen die in der letzten Spalte enthaltenen Zahlen berechnet sind, nicht angegeben. Die berechneten Werthe für Wasser stimmen nicht mit den numerischen Constanten der von Thomson gegebenen Formel. *Im.*

W. Thomson. On the thermal effect of drawing out a film of liquid. Proc. of Roy. Soc. IX. 255-256†.

Hr. Thomson wendet das Carnot'sche Princip auf den Procefs des Aufblasens einer Flüssigkeitsblase an. Ist P der Druck der Atmossphäre, so ist der Luftdruck im Innern einer Flüssigkeitsblase vom Halbmesser r gleich $P+\frac{4T}{r}$, wo T eine Constante bezeichnet, die im Allgemeinen mit wachsender Temperatur abnimmt. Die Arbeit, welche erforderlich ist, um eine Seifenblase so weit aufzublasen, dafs ihre Oberfläche um die Flächeneinheit vergröfsert wird, ist danach $2T$. Durch Anwendung des Carnot'schen Princips ergiebt sich, dafs wenn die Blase so weit aufgeblasen wird, dafs ihre Oberfläche im Verhältnifs $l:m$ wächst, sie eine Abkühlung erleidet, welche der Entziehung der Wärmemenge

$$m \cdot \frac{t}{J} \cdot \frac{-dT}{dt}$$

entspricht, wo t die absolute Temperatur, J das Wärmeäquivalent bezeichnet. Ein Gran Wasser zu einer Blase von 16 Quadratzoll Oberfläche aufgeblasen, würde sich um $\frac{1}{320}$°C. abkühlen, und da die dabei geleistete Arbeit einer Erwärmung um $\frac{1}{172}$° äquivalent ist, so folgt, dafs die Wirkungsfunction der Masseneinheit Wassers bei diesem Procefs um $\frac{1}{172} + \frac{1}{320}$ Wärmeeinheiten vergröfsert wird. *Im.*

E. Bestimmung des mechanischen Aequivalents der Wärmeeinheit.

G. A. Hirn. Recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur présentées à la société de physique de Berlin. Colmar 1858 (X. und 338 Seiten, 8., nebst 7 Tabellen und 7 Steindrucktafeln)†.

Die ersten fünf Capitel der umfangreichen Schrift enthalten die Experimentaluntersuchungen über das mechanische Aequivalent der Wärme, welche vom Verfasser zur Bewerbung um den von der physikalischen Gesellschaft ausgesetzten Preis angestellt wurden. Da dieser Theil des Werkes bereits Gegenstand eines von Hrn. Clausius redigirten Commissionsberichtes [1]) gewesen ist, so liegt uns nur noch ob, über die folgenden Capitel, welche die Fortsetzung der Untersuchungen des Hrn. Hirn enthalten, zu berichten.

Die Versuche über mittelbare Reibung sind mit einem abgeänderten Apparat, der den Druck der Reibkissen auf die Welle innerhalb weiterer Grenzen zu steigern erlaubte, fortgesetzt. Bei seinen früheren Versuchen war Hr. Hirn zu der Ansicht gelangt, dafs es zwar kein für alle Umsetzungsweisen constantes Wärmeäquivalent gebe, dafs jedoch bei jeder einzelnen Klasse von Erscheinungen für sich (z. B. bei der Reibung, bei der Expansion des Dampfs u. s. w.) das Verhältnifs zwischen verbrauchter Wärme und gewonnener Arbeit einen constanten Werth zeige. Hr. Clausius hat a. a. O. darauf hingewiesen, dafs sich die Ver-

[1]) Siehe Berl. Ber. 1865. p. XV-XXVIII.

schiedenheit der bei verschiedenen Versuchsmethoden erhaltenen Zahlen durch principielle Fehler, mit welchen mehrere von diesen Methoden behaftet sind, erklärt. In Folge seiner neuen Versuchsreihen an der auf das Princip des PRONY'schen Zaumes gegründeten „Reibungswage" (balance à frottement) sieht sich Hr. HIRN veranlafst, auch die Annahme des constanten Verhältnisses innerhalb einer und derselben Gruppe von Erscheinungen fallen zu lassen. Die früheren Versuche bei geringem Druck der reibenden Flächen hatten die Zahl 371,6 ergeben; bei wachsendem Druck erhielt der Verfasser Zahlen, die bis auf 451 stiegen. (Der Grund der Verschiedenheit dürfte vielleicht darin liegen, dafs in Folge der höheren Temperatur gröfsere Wärmeverluste stattfinden.)

Die Versuche über die Wärmeerzeugung im menschlichen Körper sind ebenfalls fortgesetzt worden. Das Princip der Versuche bestand, wie man sich erinnert, darin, dafs im Ruhezustand des menschlichen Körpers einer gewissen Quantität verbrauchten Sauerstoffs ein gewisses Quantum Wärme entspricht, dafs hingegen, wenn der Mensch eine Arbeit verrichtet, während derselben eine geringere Wärmemenge im Körper erzeugt wird, als im Ruhezustand dem gemessenen Sauerstoffverbrauch entsprechen würde. Die Folgerung, dafs die geleistete Arbeit das Aequivalent der minder erzeugten Wärme sei, ist nur unter der sicher nicht zutreffenden Annahme statthaft, dafs der Mensch in der Calorimeterkammer sich am Ende des Versuches in demselben Zustand befinde, wie am Anfang. Die grofse Schwierigkeit, die sich bei allen derartigen Versuchen darbietet, und welche Hr. HIRN ganz aufser Acht gelassen hat, ist die, dafs man den complicirten Apparat des thierischen Organismus durchaus nicht in seiner Gewalt hat, und dafs es unmöglich ist, zu verhindern, dafs — oder auch nur zu beurtheilen, ob während des Versuches Veränderungen im Zustand des Organismus vorgehen, die sich jeder Berechnung entziehen. — Die früheren Versuchsreihen, welche Hr. HIRN nach dieser Methode angestellt, hatten im Mittel das Wärmeäquivalent nahe an 60 Kilogrammmeter ergeben. Folgerichtig mufste Hr. HIRN aus seinem Princip schliefsen, dafs bei einer herabsteigenden Bewegung, also einer negativen Arbeit,

eine gröfsere Wärmemenge erzeugt werde, als dem Sauerstoffverbrauch entspricht. Eine solche Vermehrung der erzeugten Wärmemenge war aber durch den Versuch nicht nachweisbar, oder doch so gering, dafs sich aus den darauf bezüglichen Versuchsreihen der Werth des Wärmeäquivalents = 10799, respective 4835^{kgm} ergeben würde. — Beweis genug für den Werth der Methode.

Zur Bestimmung des Abkühlungscoefficienten der bei den Versuchen über menschliche Wärme benutzten Calorimeterkammer wurde eine Methode benutzt, bei welcher die Kenntnifs der Verbrennungswärme des Wasserstoffs erforderlich war. Hr. Hirn war dadurch veranlafst, die Versuche von Favre und Silbermann zur Bestimmung dieser Constanten zu wiederholen. Der dabei benutzte Apparat war dem von Favre und Silbermann ähnlich. Die Verbrennungswärme eines Gramms Wasserstoff in Luft ergab sich gleich 34,35 Calorimeter, welche Zahl mit der von Favre und Silbermann gefundenen (34,463) sehr nahe übereinstimmt.

Die Versuche, durch welche Hr. Hirn nachzuweisen sucht, dafs Licht und strahlende Wärme nicht identisch, sondern dafs der Aether, welcher die Wärmestrahlen fortpflanzt, von dem Lichtäther verschieden sei, beweisen nichts als die längst bekannte Thatsache, dafs eine mehrere Centimeter dicke Wasserdecke zwar leuchtende, aber keine thermometrisch wirksame Strahlen hindurchläfst.

Von besonderem Interesse ist der Abschnitt, in welchem Hr. Hirn seine Berechnung des Wärmeäquivalents aus den Versuchen an Dampfmaschinen gegen die principiellen Einwände des Hrn. Clausius zu vertheidigen sucht, indem diese Vertheidigung nichts Geringeres als einen Angriff gegen das Grundprincip der mechanischen Wärmetheorie involvirt. Hr. Hirn giebt zu, dafs seine Rechnungsweise mit diesem Princip im directen Widerspruch stehe, sucht dasselbe aber durch auf empirische Data gegründete Rechnungen zu widerlegen. Es würde zu weit führen, ihm hierin überall zu folgen, es mag nur Einiges hervorgehoben werden. Hr. Hirn schliefst folgendermafsen. Ein Kilogramm gesättigter Dampf von 100° enthält, den Versuchen von Regnault

zufolge, 30,5 Wärmeeinheiten mehr, als ein Kilogramm gesättigter Dampf von 0°. Wenn sich aber der gesättigte Dampf von 100° und 760^{mm} Druck expandirt, bis zu dem Druck von 4,6^{mm}, welcher der Temperatur von 0° entspricht, so verschwindet der Ueberschufs von 30,5 Wärmeeinheiten, und man erhält gesättigten Dampf von 0°; daraus folgt, dafs die verschwundenen 30,5 Wärmeeinheiten das Aequivalent der bei der Expansion geleisteten Arbeit 17418^{kgm} bilden; daraus das Wärmeäquivalent =571^{kgm}. Hr. Hirn hat dabei nicht berechnet, dafs, wie er selbst durch besondere Versuche nachweist, ein Theil des Dampfes sich während der Expansion condensirt, dafs also nicht nur die 30,5 Wärmeeinheiten verschwinden, sondern aufserdem noch die Verdampfungswärme dieses Theiles, und dafs grade aus dem bekannten Werth für das Wärmeäquivalent von Clausius die Nothwendigkeit einer solchen partiellen Condensation dargethan und die Quantität des condensirten Wassers berechnet worden ist.

Die Folgerung, welche Hr. Clausius aus der Berechnungsweise des Verfassers gezogen, dafs nach derselben eine Dampfmaschine, die ohne Expansion arbeitet, Arbeit leisten müfste, ohne Wärme zu verbrauchen, wird von dem Letzteren, so paradox dieselbe auch, wie er selbst zugiebt, scheinen mag, anerkannt, ja Hr. Hirn geht noch weiter und behauptet und belegt diese Behauptung durch Versuche, dafs wenn gesättigter Dampf von t' Grad plötzlich (ohne Arbeit zu leisten) auf einen Druck gebracht werde, welcher der niederen Temperatur von t° entspricht, und unter diesem Druck condensirt werde, das Calorimeter, in welchem die Condensation erfolge, mehr Wärme aufnehme, als zur Erzeugung des Dampfes erforderlich gewesen sei. Er folgert endlich, dafs die Wärmemenge, welche erforderlich ist, einen Körper auf eine gewisse Temperatur t zu bringen, ohne dabei äufsere Arbeit zu leisten, nicht unabhängig ist von der Art und Weise, wie die Erwärmung geschieht, und stellt eine Experimentaluntersuchung in Aussicht, in welcher nachgewiesen werden soll, dafs gewisse Flüssigkeiten unter sonst gleichen Bedingungen und bei Benutzung desselben Apparats für einen gleichen Arbeitsaufwand verschiedene Wärmemengen geben, je nachdem

dieselben vor dem Versuch heftig geschüttelt worden sind, oder nicht.

Die letzten Kapitel des Buches enthalten nichts positiv Neues, sondern nur schwer verständliche metaphysische Speculationen, fallen daher aufserhalb der Grenzen dieses Berichts. *Im.*

C. Laboulaye. Essai sur l'équivalent mécanique de la chaleur. Paris 1860. p. 1-120†; C. R. XLVI. 773-775†.

Die theoretischen Betrachtungen, durch welche Hr. Laboulaye in dieser Schrift auf verschiedene Weise Werthe für das Aequivalent der Wärme herauszurechnen sucht, welche etwa 140^{kgm} betragen, beruhen auf groben Mifsverständnissen der Principien, insbesondere auf einer grenzenlosen Unklarheit der Begriffe über innere und äufsere Arbeit. — Hinsichtlich der Theorie der Dampfmaschinen hätte Hr. Laboulaye gut gethan, sich erst mit den Resultaten bekannt zu machen, welche aus der mechanischen Wärmetheorie von andern Physikern abgeleitet worden sind. Wir können uns daher füglich auf die Beschreibung eines andern Versuches beschränken, den Hr. Laboulaye zur Bestimmung des Wärmeäquivalents angestellt hat, und welcher auch an der oben citirten Stelle aus den Sitzungsberichten der Pariser Akademie beschrieben ist.

Auf einen Block von weichem Blei, dessen ringförmiger Querschnitt von unten nach oben an Breite abnahm, und dessen Gewicht $5{,}935^{kgr}$ betrug, liefs Hr. Laboulaye einen Rammblock von 440^{kgr} Gewicht, von einer Höhe von $1{,}045^{m}$ herabfallen. Der untere Theil des Bleiblockes war von Wasser umgeben, dessen Temperaturerhöhung bestimmt wurde. Nach dem Herabfallen des Gewichtes wurde zur schnelleren Ausgleichung der Temperatur durch ein besondere Vorrichtung das Wasser in der Weise in Bewegung gesetzt, dafs es auch die oberen Theile des Blockes bespülte. Das Product aus dem Gewicht des Blockes in die Fallhöhe ist $459{,}8^{kgm}$. Das Calorimeter erwärmte sich von 11,8 auf 12,6°, welche Erwärmung mit Rücksicht auf das Gewicht des Bleies, des Wassers und des Calorimetergefäfses

1,86 Wärmeeinheiten entsprach. Ohne Correction würde sich daraus das Wärmeäquivalent = 247 ergeben. Da jedoch ein grofser Theil der Bewegung an die Unterlage abgegeben wird — Hr. LABOULAYE nimmt ungefähr 25 Proc. an, und diese Zahl scheint dem Berichterstatter jedenfalls zu klein — so reducirt sich die Zahl auf 189. Bei der Art, wie der Versuch angestellt ist, müssen überdies grofse Wärmeverluste stattfinden, wodurch sich die Zahl noch erniedrigen würde. Das Resultat darf nicht auffallen, da die Methode durchaus ungeeignet ist, das Wärmeäquivalent zu bestimmen. Das Blei wird durch den Stofs comprimirt, und die bei der Dichtigkeitsänderung gewonnene Arbeit mufs nothwendig zur Erhöhung der Temperatur beitragen. Hr. LABOULAYE hätte beherzigen mögen, was er selbst an einer Stelle seiner Schrift ausspricht, dafs man nur bei einem vollständigen Kreisprocefs sicher sein kann, wirklich äquivalente Wärme- und Arbeitsmengen zu vergleichen. Eben darum sind Versuche mit festen Körpern, insofern dieselben mit bleibenden Aenderungen des Molecularzustandes verbunden sind, zur Bestimmung des Wärmeäquivalents nicht geeignet. *Im.*

T. D'ESTOCQUOIS. Note sur l'équivalent mécanique de la chaleur. C. R. XLVI. 461-462†.

Die Note des Hrn. D'ESTOCQUOIS erreicht nicht den ausgesprochenen Zweck, neues Licht über den Begriff des Wärmeäquivalents zu verbreiten. *Im.*

P. A. FAVRE. Recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur (suite de troisième partie des recherches sur les courants hydro-électriques). C. R. XLVI. 337-340†; Arch. d. sc. phys. (2) I. 359-361; Phil. Mag. (4) XV. 406-408.

In seinen früheren Untersuchungen [1]) hatte Hr. FAVRE die Verminderung der Wärmeentwickelung im Schliefsungsbogen eines galvanischen Stromes durch Einschaltung eines Eelectrometers bestimmt, und daraus für das mechanische Aequivalent der Wärme

[1]) Vergl. Berl. Ber. 1853. p. 488, 1854. p. 514, 1857. p. 399.

einen Werth hergeleitet, der zwischen den Grenzen 426 und 464 lag. Zur Controlle dieser Versuche schlägt Hr. Favre in der vorliegenden Arbeit den entgegengesetzten Weg ein, durch Reibung Arbeit in Wärme umzusetzen. Das Princip der Methode ist also dem von Joule und Hirn benutzten analog.

Um eine Welle waren zwei Seile in entgegengesetzter Richtung geschlungen, die durch gleiche Gewichte von je 2^{kgr} so weit gespannt waren, dafs sie sich bei Drehung der Welle regelmäfsig auf- und abwickelten. Die vom Behälter des Quecksilbercalorimeters eingeschlossene Verlängerung der Welle war von einem Ring umgeben, mittelst dessen fünf Stahlfedern gegen den Umfang derselben gedrückt werden konnten. Indem man nun an eines oder das andre der beiden Seile ein Uebergewicht von etwa 10^{kgr} anhängte, wurde die Welle abwechselnd in entgegengesetztem Sinne gedreht. Der Druck der Federn wurde so regulirt, dafs das Uebergewicht auf einer gleichförmigen Geschwindigkeit von etwa 20^{mm} in der Secunde herabsank. Jeder einzelne Versuch wurde so lange fortgesetzt, bis wenigstens 300 Wärmeeinheiten, an der Calorimeterskala einer Strecke von 75^{mm} entsprechend, erzeugt waren. Mit Rücksicht auf die Correction wegen der, übrigens möglichst vermiedenen, Reibung aufserhalb des Calorimeters ergab sich aus den Versuchen die Zahl 413,2, welche von dem früher auf umgekehrtem Wege gefundenen Minimum 426 nicht erheblich abweicht. *Im.*

J. Leroux. Détermination de l'équivalent dynamique de la chaleur. Cosmos XII. 314-316†.

Hr. Leroux giebt eine Zusammenstellung der numerischen Resultate der Bestimmungen des mechanischen Wärmeäquivalents bis 1857. Dieselbe ist jedoch unvollständig und wir geben anstatt derselben eine vollständigere Zusammenstellung am Schlufs des Kapitels (s. unten p. 351).

Es scheint Hrn. Leroux nicht bekannt zu sein, dafs Mayer der erste gewesen ist, der einen numerischen Werth für das Wärmeäquivalent (365^{kgm}) angegeben hat, der übrigens aus der

Erwärmung der Luft durch Compression hergeleitet ist. Die Berechnung des Wärmeäquivalents aus der Differenz der Wärmecapacitäten der Luft ist von Hrn. LEROUX ganz übergangen worden, während die auf einem falschen Princip beruhende Rechnung von KUPFFER erwähnt wird. Daſs die Versuche von LABOULAYE und die Berechnungen von DE L'ESTOCQUOIS nicht mit aufgeführt sind, ist eben kein Mangel. Dagegen erinnern wir daran, daſs die von THOMSON [1]) begründete mechanische Theorie der Elektrolyse in Verbindung mit den calorimetrischen Versuchen von FAVRE und SILBERMANN von BOSSCHA [2]) benutzt worden ist, den Werth 415,72, respective 419,54 abzuleiten, ferner an die Versuche von HIRN und die anderen Versuche von FAVRE (siehe die obigen Berichte).

MOIGNO ist erstaunt darüber, daſs Hr. LEROUX die Verdienste SÉGUIN's des Aelteren mit Stillschweigen übergangen habe, welcher schon im Jahre 1839 in seinem Werk über den Einfluſs der Eisenbahnen „die vollständige Theorie der Aequivalenz der Wärme entwickelt und durch Versuche im Groſsen das Verhältniſs aufgesucht habe, welches existire zwischen den Wärmemengen, die nothwendig seien, um den Wasserdampf auf verschiedene Grade der Spannung und Temperatur zu bringen, und den Quantitäten mechanischer Arbeit, welche diesen Spannungen und Temperaturen entsprechen". Ja MOIGNO behauptet, SÉGUIN habe schon 1839 das Wärmeäquivalent = 440 bestimmt, und stellt diese Zahl an die Spitze der von Hrn. LEROUX gegebenen Liste, „weil die Versuche von SÉGUIN diese Zahl implicite enthalten". *Im.*

SÉGUIN. Identité du calorique et du mouvement. Cosmos XII. 371-376†.

Hr. SÉGUIN sieht sich durch die Notiz von MOIGNO veranlaſst, seine vermeintlichen Ansprüche auf Erfindung der mechanischen Wärmetheorie von Neuem geltend zu machen. Daſs Hr. SÉGUIN und sein Vorgänger MONTGOLFIER Ansichten ausgesprochen haben wodurch die Erscheinungen der Wärme mit Bewegungserschei-

[1]) Berl. Ber. 1850, 51. p 719*.

[2]) Pogg. Ann. CI. 548*.

nungen in Zusammenhang gebracht werden, ist nie in Abrede gestellt worden; aber die Ansichten des Hrn. Séguin sind sehr verschieden von denen der neueren Wärmetheorie, indem er sich z. B. die Licht- und Wärmestrahlung durch den Transport materieller Theilchen bewirkt denkt. Hr. Séguin thäte besser, anstatt einer fortdauernden Reklame sich damit zu beruhigen, daſs sein Name von Joule an geeigneter Stelle in angemessener und anerkennender Weise erwähnt worden ist. Auf die Erfindung der mechanischen Wärmetheorie hätten wohl Rumford und Davy gröſsere Ansprüche — oder soll man bis auf Baco und Cartesius zurückgehen?

Wir schlieſsen das Kapitel mit einer Zusammenstellung der bisher durch verschiedene Beobachter und nach verschiedenen Methoden gefundenen oder berechneten Werthe des mechanischen Aequivalents der Wärmeeinheit, dieselbe ist im Wesentlichen einer Abhandlung von Bosscha [1]) entnommen, aber durch Beifügung der Jahreszahlen und einer Anzahl von Bestimmungen, die in der Liste von Bosscha nicht enthalten sind, vervollständigt:

Methode der Bestimmung und experimentelle Data	Beobachter	Jahr	Wärme-äquivalent
I. Durch Rechnung.			
A. Aus der Differenz der Wärmecapacitäten der Gase.			
1) Atmosphärische Luft (Mayer) . .		1842	365
2) - (Holtzmann).		1845	374
3) - (Clausius) .		1850	370
Diesen Bestimmungen liegt der Werth der Wärmecapacität $c_1 = 0{,}2669$ nach de Laroche und Bérard und das Verhältniſs 1,421 nach Dulong zu Grunde. In den folgenden Berechnungen ist das Gewicht eines Cubikmeter Luft $= 1{,}293^{kgr}$ (60° und 760^{mm}) nach Regnault der atmosphärische Druck $= 10334^{kgr}$ auf den Quadratmeter angenommen.			

[1]) Het Behoud van Arbeidsvermogen in den galvanischen Strom, Leyden 1858. Siehe unten unter „Theorie der galvanischen Kette".

Methode der Bestimmung und experimentelle Data	Beobachter	Jahr	Wärme-äquivalent
4) Atmosphärische Luft.			
$d = 1{,}0000$, $\alpha = 0{,}003670$, $c_1 = 0{,}2377$	Regnault		
$k = 1{,}348$	Clément u. Désormes		480,1
$k = 1{,}375$	Gay-Lussac u. Welter		452,6
$k = 1{,}4172$	Dulong		419,0
$k = 1{,}4078$	Moll und van Beek		426,0
5) Sauerstoffgas.			
$d = 1{,}1056$, $\alpha = 0{,}003670$, $c_1 = 0{,}2412$	Regnault		
$k = 1{,}4158$	Dulong		414,3
$k = 1{,}3998$	van Rees		425,7
6) Stickstoffgas.			
$d = 0{,}9713$, $\alpha = 0{,}003670$, $c_1 = 0{,}2370$	Regnault		
$k = 1{,}4028$	van Rees		431,3
7) Wasserstoffgas.			
$d = 0{,}0692$, $\alpha = 0{,}003661$, $c_1 = 0{,}2356$	Regnault		
$k = 1{,}4127$	Dulong		425,3
8) Kohlenoxydgas.			
$d = 0{,}9674$, $\alpha = 0{,}003669$, $c_1 = 0{,}2399$	Regnault		
$k = 1{,}4142$	Dulong		417,1
$k = 1{,}4092$	Masson		420,7
9) Kohlensäuregas.			
$d = 1{,}5290$, $\alpha = 0{,}003710$, $c_1 = 0{,}3308$	Regnault		
$k = 1{,}3382$	Dulong		354,6
$k = 1{,}2867$	Masson		402,3
10) Stickstoffoxydulgas.			
$d = 1{,}5250$, $\alpha = 0{,}003719$. $c_1 = 0{,}3413$	Regnault		
$k = 1{,}3366$	Dulong		345,6
$k = 1{,}2795$	Masson		399,0
11) Schwefligsaures Gas.			
$d = 2{,}2470$, $\alpha = 0{,}003903$, $c_1 = 0{,}3489$	Regnault		
$k = 1{,}2522$	Masson		423,8
(Wir übergehen die von Herrn Bosscha noch aufgeführten Gase, deren Ausdehnungscoefficienten nicht durch directe Versuche bestimmt sind.)			
B. Aus der Theorie der Dämpfe.			
12. Wasserdampf.			
Clausius mittelst des Carnot'schen Princips		1850	421

Methode der Bestimmung und experimentelle Data	Beobachter	Jahr	Wärme-äquivalent
Reech mittelst des Carnot'schen Princips		1858	434,9
Séguin ohne Angabe der Methode .			449
C. Aus der Ausdehnung und Elasticität fester Körper.			
13) Kupffer. Aus der Ausdehnung und Elasticität der Metalle . . .		1852	404
II. Durch directe Versuche.			
1) Compression von Luft	Joule	1845	443,8
2) Expansion von Luft.	Joule	1845	437,8
3) Reibung v. Wasser in engen Röhren	-	1843	422,4
4) - - durch ein Flügelrad	-		
Erster Versuch	-	1845	488,3
Spätere Versuche	-	1847	428,9
Letzte und sorgfältigste Versuche	-	1850	423,9
5) Reibung eines Flügelrades in Quecksilber	-	1850	424,7
6) Reibung einer eisernen Platte in Quecksilber	-	1850	426,2
7) Mittelbare Reibung von Metallen .	Hirn		
Mittelwerth d. früh. Versuchsreihen	-	1857	371,6
Neuere Versuche	-	1858	400 -451
8) Bohrung von Metallen	-		425
9) Bestimmung der Reibungswärme mittelst des Quecksilbercalorimeters	Favre	1858	413,2
10) Versuche an Dampfmaschinen. .	Hirn	1857	413
11) Erwärmung durch den magnetoelektrischen Strom	Joule	1843	462,5
12) Verminderung der Wärmeerzeugung in der galvanischen Kette, wenn der Strom eine Arbeit leistet. . .	-	1843	442,2
13) Desgleichen	Favre	1857	443,0
14) Wärmeentwickelung in der galvanischen Kette. Elektrochemische Aequivalent des Wassers = 0,009376 Absolute Widerstandsmessung. .	Weber		432,1
Wärmeentwickelung durch Einwirkung von Zink auf Kupfervitriol	Favre und Silbermann		432,1
Messung der elektromotorischen Kraft der Daniell'schen Kette nach absolutem Maafs = 10258 . 10⁷ . .	Bosscha	1857	432,1

Methode der Bestimmung und experimentelle Data	Beobachter	Jahr	Wärme-äquivalent
15) Wärmeentwickelung in der DANIELL'schen Kette nach	JOULE		419,5
Elektromotorische Kraft der DANIELL'schen Kette . $= 10258.10^7$	BOSSCHA	1857	
16) Absolute Widerstandsmessung . .	WEBER		399,7
Wärmeentwickelung durch die absolute Stromeinheit in einem Leiter vom Widerstand 1	v. QUINTUS ICILIUS	1857	

Citate.

I. A. 1) MAYER. LIEBIG Ann. XLII. 240*.
2) HOLTZMANN. Ueber die Wärme und Elasticität der Gase und Dämpfe. Mannheim 1845. p. 12*.
3) CLAUSIUS. POGG. Ann. LXXIX. 522*.
4)-11) REGNAULT. Mém. d. l'Ac. d. sc. XXI. Paris 1847*.
CLÉMENT et DÉSORMES. J. d. phys. Nov. 1819; LAPLACE Méc. cél. V. 148*.
GAY-LUSSAC et WELTER. Ann d. chim. (2) XX. 266; LAPLACE Méc. cél. V. 153.
DULONG. Ann. d. chim. (2) XLI. 113; POGG. Ann. XVI. 438*.
MOLL und VAN BEEK. POGG. Ann. V. 351*.
VAN REES. De celeritate soni Trajecti ad Rhenum 1819.
MASSON. Ann. d. chim. (3) LIII. 257*.
B. 12) CLAUSIUS. POGG. Ann. LXXIX. 523*.
REECH. C. R. XLVI. 87*.
C. 13) KUPFFER. POGG. Ann. LXXXVI. 310; Berl. Ber. 1852. p. 373.
II. 1)-2) JOULE. Phil. Mag. (3) XXVI. 369*.
3) JOULE. Phil. Mag. (3) XXIII. 442.
4)-6) JOULE. Phil. Mag. (3) XXVII. 205, XXXI. 173; Phil. Trans. 1850. I. 61*; Berl. Ber. 1850, 51. p. 586*.
7)-8) HIRN. Récherches sur l'équiv. méc. de la chaleur. Colmar 1858. p. 15, 19, 90-94*. Siehe Berl. Ber. 1855. p. XVI, XVII*; 1858. p. 343.
9) FAVRE. C. R. XLVI. 337*.
10) HIRN. Vergl. Berl. Ber. 1855. p. XXIII*.
11)-12) JOULE. Phil. Mag. (3) XXIII. 435.
13) FAVRE. C. R. XLV. 56*; Berl. Ber. 1857. p. 399*; Mittelwerth — die Grenzwerthe sind 426 und 464.
14)-15) BOSSCHA. POGG. Ann. CI. 517*; Berl. Ber 1857. p. 400*.
16) v. QUINTUS ICILIUS. POGG. Ann. CI. 69*; Berl. Ber. 1857. p. 395*.

Im.

24. Wärmeerscheinungen bei chemischen Processen.

C. LABOULAYE. Mémoire sur la production de la chaleur par les affinités chimiques et sur les équivalents mécaniques des corps. C. R. XLVII. 824-826†; Chem. C. Bl. 1859. p. 3-5.

Enthält, so viel aus dem mitgetheilten Auszuge ersichtlich ist, nichts Neues, sondern Betrachtungen ähnlicher Art, wie dieselben in THOMSON's „thermochemischem System" [1]) in viel eingehenderer und bestimmterer Weise durchgeführt sind. *Im.*

Fernere Literatur.

A. E. NORDENSKIÖLD. Värmeentveckling vid förbränning af flytande org. föreningar. Öfvers. af Förhandl. 1858. p. 103-108.

25. Wärmeleitung.

CRACE CALVERT et R. JOHNSON. On the relative power of metals and alloys to conducted heat. Proc. of Roy. Soc. IX. 169-171†; Phil. Mag. (4) XVI. 381-383; Phil. Trans. CXLVIII. 349-368†; Arch. d. sc. phys. (2) IV. 80-81†; C. R. XLVII. 1069-1072†; Inst. 1859. p. 131-131.

Die Methode, nach welcher die Verfasser die Leitungsfähigkeit der Metalle und ihrer Legirungen bestimmten, war der Hauptsache naah folgende (Phil. Trans. CXLVIII. 350-351):

In einem gröfseren Gefäfse standen zwei kleinere viereckige aus vulcanisirtem Kautschuk. Von den letzteren war das eine 125^{mm} hoch und 52^{mm} breit, das andere 127^{mm} hoch und 27^{mm} breit. Die Metalle, deren Leitung bestimmt werden sollte, hatten

[1]) Berl. Ber. 1853. p. 355, 1854. p. 406.

die Form von viereckigen Stäben, 6^{cm} lang und 1 Quadratcentimeter im Querschnitt. Mit einem solchen Stab werden die beiden Kautschukgefäfse verbunden; selbige sind mit passenden Löchern versehen, so dafs der Stab in jedes Gefäfs hineinragt und zwar auf 1^{cm}. Der ganze andre Zwischenraum zwischen den Gefäfsen und um dieselben herum wird mit Watte ausgefüllt. Füllt man das eine Gefäfs mit Wasser von hoher Temperatur (etwa von 90° C.) und das andere mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur und schliefst den Apparat gehörig, so wird die Temperatur des kälteren Wassers allmälig steigen. Es wird nun die Temperatur des warmen Wassers constant gehalten und beobachtet, um wie viel die Temperatur des kälteren Wassers in einer bestimmten Zeit (gewöhnlich 15 Minuten) gestiegen ist. Aus der Erhöhung der Temperatur wird das relative Leitungsvermögen des angewandten Metallstabes berechnet. Ueber das weitere Detail des Versuches und die Correctionen sehe man das Original selbst.

Von den gefundenen Leitungsfähigkeiten der Metalle (die alle möglichst rein angewandt wurden) stellen wir hier folgende zusammen:

	Leitungsfähigkeit.
Silber	1000
Gold	981
Kupfer (gewalzt) .	845
- (gegossen)	811
Zinn	422
Stahl	397
Platin	380
Gufseisen . . .	359
Wismuth . . .	61

Man vergleiche hiermit die Resultate, die Wiedemann und Franz in ihrer sorgfältigen Arbeit über denselben Gegenstand gefunden haben (Berl. Ber. 1853. p. 381). Die sehr bedeutenden Abweichungen rühren wohl theilweise daher, dafs die Herren Crace Calvert und Johnson nicht die gehörigen Correctionen berücksichtigen, und dafs sie überhaupt nicht durch ihre Rechnung die wahre Leitungsfähigkeit finden. Sie rechnen wie folgt:

Bleibt die Temperatur in dem Gefäfs mit warmem Wasser für alle Versuche dieselbe (etwa 90°) und steigt sie in dem andern Gefäfs in einer Viertelstunde um 31,9°, wenn ein Silberstab die Leitung bildet, und um 26,95°, wenn gewalztes Kupfer eingeschaltet wird, so verhalten sich die Leitungsfähigkeiten für Silber und Kupfer wie 31,9 : 26,95, d. h. wie 1000 : 845. Ebenso werden die Zahlen für die andern Metalle gefunden.

Die Verfasser stellen hieraus folgende Erfahrungssätze auf:

1) Einflufs des Molecularzustandes. Die Leitungsfähigkeit ist gröfser in den gewalzten als in den gegossenen Metallen.

2) Einflufs der Krystallisation. Ein Zinkstab, vertical gegossen, hat eine Leitungsfähigkeit 628, während ein horizontal gegossener in Folge der andern krystallinischen Structur die Leitungsfähigkeit 608 hat. Ein ähnlicher Unterschied zeigt sich beim Antimon.

3) Einflufs kleiner Mengen fremder Bestandtheile. Gegossenes Kupfer hat die Leitungsfähigkeit 811. Durch Zusatz von 1 Procent Arsenik fällt sie auf 570!

Was die Legirungen betrifft, so lassen sich diese in 3 Klassen theilen.

I. Legirungen, welche die Wärme leiten im Verhältnifs zu den relativen Aequivalenten der zusammensetzenden Metalle.

II. Legirungen, die die merkwürdige Eigenschaft besitzen, dafs sie die Wärme so leiten, als ob sie nicht die geringste Portion des besser leitenden Metalls enthielten. Bei allen diesen überwiegt die Anzahl der Aequivalente des schlechter leitenden Metalls; wie z. B. $1 Cu + 2 Sn$, ferner $1 Cu + 3 Sn$.

III. Legirungen, wo der entgegengesetzte Fall eintritt, wo also die Aequivalente des besser leitenden Metalls überwiegen. Bei diesen liegt die Leitungsfähigkeit zwischen der beider Metalle und nähert sich der des besser leitenden Metalls, je mehr man von diesem zusetzt. *Hg.*

Fernere Literatur.

Duhamel. Sur les températures des liquides en mouvement. C. R. XLVII. 5-8, 129-140, 175-184.

26. Specifische und gebundene Wärme.

---

27. Strahlende Wärme.

B. Stewart. Account of some experiments on radiant heat. Proc. of Edinb. Soc. 1857-1858. p. 95-97; Athen. 1858. II. 426-426; Inst. 1858. p. 347-348†; Cosmos XIII. 442-444; Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 23-24.

Die Untersuchungen des Hrn. Stewart lassen sich in vier verschiedene Reihen sondern. Bei der ersten Versuchsreihe beobachtete er die von der polirten Oberfläche verschiedener zu 100° erwärmter Körper ausgestrahlte Wärmemenge und verglich sie mit der von einer ähnlichen berufsten Fläche ausgestrahlten. Er fand, dafs Glas, Alaun und Gyps ungefähr 98 gegen 100 Strahlen der berufsten Fläche aussandten. Ein dickes Glimmerblatt gab 92 Procent; ein dünnes Glimmerblatt 81; Steinsalz nur 15 Procent.

Bei der zweiten Reihe von Untersuchungen hat der Verfasser sich die Aufgabe gestellt, die Wärmemengen mit einander zu vergleichen, welche von polirten Platten gleicher Substanzen bei verschiedener Dicke der Platten ausgestrahlt werden, wenn die Erwärmung der Platten wieder auf 100° stattgefunden hat. Er fand, dafs, während dickes und dünnes Glas eine gleiche Menge von Wärmestrahlen aussandten, ein merklicher Unterschied zwischen der Strahlung eines dicken und eines dünnen Glimmerblattes stattfand; ein noch bedeutenderer, sobald dicke und dünne Steinsalzplatten der Untersuchung unterworfen wurden.

Die dritte Reihe von Untersuchungen verbreitet sich über die qualitativen Unterschiede der von den polirten Platten und bei gleicher Erwärmung der strahlenden Körper ausgesandten Wärme. Um die qualitativen Unterschiede zu bestimmen, wurde ein Schirm von demselben Material, wie der ausstrahlende polirte Körper, zwischen die Thermosäule und die strahlende Fläche

gestellt. Die Beobachtung zeigte, dafs die von dem Glas, dem Glimmer und dem Steinsalz austretende Wärme weniger leicht durch Platten von derselben Substanz hindurchging, als die Wärme der berufsten Fläche; besonders auffallend trat dieser Unterschied beim Steinsalz hervor.

Zuletzt endlich beobachtete der Verfasser, dafs dicke Platten von Glas, Glimmer und Steinsalz zu 100° erwärmt, mehr Wärme durch Schirme aus derselben Substanz strahlen lassen, als dünne Platten derselben Substanz.

Hr. Stewart sucht die Resultate seiner Beobachtungen auf die von Prevost [1]) gegebene Theorie der Wärmestrahlung zurückzuführen, und fügt derselben noch folgende Gesetze hinzu: 1) Jedes Theilchen eines Körpers besitzt ein eigenes Strahlungsvermögen, welches nach allen Richtungen hin, unabhängig von der Entfernung zwischen Theilchen und Oberfläche des Körpers sich gleich bleibt. Die gröfsere oder geringere Diathermanität des Körpers wird jedenfalls einen grofsen Einflufs haben auf die Menge der bis zur Oberfläche gelangenden Wärme. 2) Das Strahlungsvermögen eines Körpers ist seinem Absorptionsvermögen gleich, und zwar für alle Wärmefarben [2]). *Fr.*

Zantedeschi. Della correlazione delle forze chimiche colla rifrangibilita delle irradiazioni. Wien. Ber. XXVII. 437-442†; Americ. Trans. (2) XII. 117-122.

Hr. Zantedeschi liefs die von dem Spiegel eines Silbermann'schen Heliostaten reflectirten Wärmestrahlen der Sonne durch verschieden gefärbte Gläser dringen, und fing sie dann mit einer Thermosäule auf, die mit einem Nadelgalvanometer in Verbindung stand. Betrug die Ablenkung der Nadel ohne zwischengestelltes Glas 20°, so zeigte sich bei Durchstrahlung

des rothen Glases eine Ablenkung von	5°	—
beim orangefarbigen Glas eine Ablenkung von	9	30′
- gelben -	9	30
- grünen -	0	—

[1]) Prévost. Exposition élémentaire des principes qui servent de base à la théorie de la chaleur rayonnante. Génève et Paris 1832.
[2]) Berl. Ber. 1850, 51. p. 632.

beim blauen Glas eine Ablenkung von . . .	6°	—′
- indigoblauen -	12	—
- violetten -	8	30

Diese Untersuchungen können erst dann von Wichtigkeit werden, wie der Verfasser selbst andeutet, wenn man die Bestandtheile der verschiedenen Gläser kennt, denen sie ihre Farbe verdanken.

Auch liefs Hr. Zantedeschi die durch eine befestigte gefärbte Glasplatte gedrungenen Strahlen der Reihe nach durch die übrigen Platten dringen, und giebt die dadurch hervorgerufenen Ablenkungen der Galvanometernadel in der Abhandlung an.

Ferner wurden glühendes Platin und eine Alkoholflamme als Wärmequellen benutzt, und dieselben Glasplatten auf ihre Diathermanität untersucht. Bei 18° Ablenkung ohne Zwischensatz wurde durch Zwischenstellung des rothen Glases die Nadel auf 5° zurückgeführt, wenn glühendes Platin als Wärmequelle diente, dieselbe Ablenkung erhielt der Verfasser beim orangefarbenen, gelben, grünen und blauen Glas. Die indigoblaue Platte liefs mehr Wärme durch: die Nadel blieb auf 8° stehen, bei Anwendung der violetten Platte zeigte die Nadel auf 7°30′. Die Alkoholflamme brachte für sich eine Ablenkung von 5° hervor; nach Zwischensetzung der Glasplatten zwischen Flamme und Thermosäule ging die Nadel stets auf 2° zurück, nur bei Anwendung der indigoblauen Platte auf 2° 30′.

Vergl. die Untersuchungen von Melloni und Knobloch über denselben Gegenstand. *Fr.*

J. Müller. Untersuchungen über die thermischen Wirkungen des Sonnenspectrums. Pogg. Ann. CV. 337-352†; Phil. Mag. (4) XVII. 233-250; Arch. d. sc. phys. (2) V. 175-177.

R. Franz. Ueber das Verhältnifs von Wärme und Licht im Spectrum. Programm d. Berl. Gymnas. z. grauen Kloster 1858.

Die Aufstellung der Apparate bei den Versuchen des Hrn. Professor Müller war ähnlich der vom Berichterstatter im Berl. Ber. 1857. p. 304 beschriebenen, nur wurde an Stelle eines Spiegelgalvanometers ein gewöhnlicher Nadelmultiplicator benutzt, der nach Melloni's Methode graduirt war. Der Verfasser unter-

suchte zunächst die Absorptionsfähigheit gewisser Lösungen für die Lichtstrahlen, und zwar:

1) Cochenillelösung, welche alle rothen Strahlen bis zum Beginn des Orange vollkommen gut hindurch liefs, so dafs das Roth des Spectrums durch die Lösung nicht geschwächt wurde; dagegen waren alle übrigen Farben des Spectrums vollkommen ausgelöscht.

2) Lösung von saurem chromsaurem Kali, welche fast ohne alle Absorption Roth, Orange und Gelb hindurchliefs, sodann noch eine Spur von Grün, während der Rest des Spectrums vollständig absorbirt wurde.

3) Lösung von Chlorkupfer, welche das ganze Spectrum bis auf das Grün absorbirte, aber selbst das Grün hatte an Lichtstärke verloren.

4) Lösung von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak, welche vollständig den weniger brechbaren Theil des Spectrums absorbirte, während Blau, Indigo und Violett ohne merkliche Schwächung hindurchgelassen wurden.

Darauf wurden dieselben Lösungen auf ihre Diathermanität untersucht; es ergab sich für die freie Strahlung der Wärme auf die quadratische Thermosäule eine Ablenkung des Multiplicators, welche einer ablenkenden Kraft von 273 Einheiten entsprach.

Nach Zwischenstellung

von reinem Wasser war die ablenkende Kraft			140
- Cochenillelösung	-	-	52
- der sauren chromsauren Kalilösung		-	91
- der schwefels. Kupferoxydammoniaklös.		-	13

Es zeigen also auch diese Versuche, dafs die wärmende Kraft der weniger brechbaren Strahlen des Sonnenspectrums nämlich der rothen, orangefarbenen und gelben viel bedeutender ist, als die der grünen, blauen und violetten.

Der Verfasser hat ferner in der genannten Abhandlung die Wärme in den verschiedenen Zonen des Spectrums untersucht. Das Spectrum war durch ein Crownglasprisma und später durch ein Steinsalzprisma hervorgebracht. Aehnliche vergleichende Versuche über die Wärmevertheilung in den Spectren eines Flintglas und Steinglasprismas hatte auch der Berichterstatter im

Sommer 1857 angestellt. Die Resultate der Beobachtungen in Freiburg und Berlin stimmen fast vollkommen miteinander überein. Es zeigte sich, dafs die Wärmevertheilung in den hellen Zonen unabhängig war von der Substanz der wasserhellen Prismen, dafs Unterschiede in den dunkelen Zonen auftreten, dafs aber die Ausdehnung auch des dunkelen Theiles des Spectrums für Glas und Steinsalzprismen dieselbe ist. So ergaben die Versuche für die durchstrahlenden Wärmemengen der hellen Zonen folgende Werthe an 5 verschiedenen Tagen:

	Flintglas.	Steinsalz.				
Roth	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Gelb	7,13	7,41	7,21	7,43	7,03	6,46
Grün	4,23	4,28	3,91	4,25	4,06	3,85
Blau	2,39	2,28	2,56	2,45	2,24	2,25
Indigo	1,29	0,70	0,90	1,12	1,33	1,25
Violett	0,56	0,41	0,43	0,70	0,78	0,82

Nicht ganz so günstig waren die Resultate des Hrn. Müller, weil in seinem Steinsalzprisma eine schwache Trübung vorhanden war, welche die Menge der durchstrahlenden Wärme verminderte.

Das Maximum der Wärme liegt aber in einem durch ein Steinsalzprisma hervorgerufenen Spectrum tiefer in dem dunkelen Raum des Spectrums, als in dem Spectrum eines Flintglasprismas. Der Berichterstatter beobachtete das Maximum bei Anwendung des Steinsalzprismas stets in der ersten dunkelen Zone, er konnte keine Wärme mehr nachweisen, auch bei der günstigsten Beschaffenheit der Atmosphäre, jenseits der sechsten Zone, d. h. in einer Entfernung von der Grenze des Roth, die der Ausdehnung des leuchtenden Spectrums gleich war.

Die Vertheilung der Wärme im dunkelen Theil des Spectrums läfst sich nach den Versuchen des Berichterstatters durch folgende Zahlenwerthe angeben:

rothe Zone		10,00
erste dunkele Zone		13,00
zweite	-	8,95
dritte	-	4,86
vierte	-	1,36
fünfte	-	0,73
sechste	-	0,06

Hr. Müller fand das Maximum der Wärme bei Benutzung des Steinsalzprismas in einem Abstand von der Grenze des Roth, der gleich war dem Abstand des Uebergangs von Grün in Blau von der rothen Grenze des Spectrums.

Der Berichterstatter hat ferner die Vertheilung der Wärme in einem durch die Strahlen einer Argand'schen Lampe und ein Steinsalzprisma hervorgerufenen Spectrum untersucht. Die Strahlen der Lampe ohne Glascylinder wurden durch einen Hohlspiegel parallel gemacht, dann in 25^{cm} Entfernung von der Lampe durch einem 5^{mm} breiten Spalt geleitet. 15^{cm} hinter diesem Spalt befand sich ein zweiter von $2,5^{mm}$ Oeffnung. Die hier austretenden Strahlen wurden durch das Steinsalzprisma gebrochen und fielen auf die mit einem Spiegelgalvanometer verbundene Schlitzsäule. Der die Strahlung unterbrechende Schirm stand zwischen der Lampe und den ersten Schneiden. Da es hier zunächst darauf ankam, die Vertheilung der Wärme jenseits der rothen Zone und die Ausbreitung des Spectrums für die benutzte Wärmequelle kennen zu lernen, so wurde der Schlitz der Thermosäule auf 5^{mm} erweitert, so dafs die wirkenden Metalle von dem 1^{cm} breiten Spectrum in seiner halben Ausdehnung beschienen wurden. Unter den dunkeln Zonen sind bei den folgenden Angaben ebenfalls Zonen von der Breite eines halben sichtbaren Spectrums zu verstehen. Die Wärmevertheilung war folgende:

Violett, Indigo und Blau	2,02
Grün, Gelb und Roth	10,00
erste dunkele Zone	10,79
zweite -	2,81
dritte -	1,12

Ueber die dritte Zone hinaus war keine Wärme mehr wahrnehmbar. Für die hellen Zonen stimmt das hier erlangte Resultat mit dem oben beim Flintglasprisma angegebenen fast vollkommen überein. Durch Summirung der Werthe, die für das Flintglasprisma in der grünen, gelben und rothen Zone, bezüglich in den Zonen Violett, Indigo und Blau erhalten waren, ergiebt sich bei Sonnenwärme das Verhältnifs 2,04 : 10,00, das nur innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler von dem zuletzt angegebenen abweicht.

Aus der so sehr verschiedenen Ausbreitung des Spectrums bei den angegebenen Versuchen scheint hervorzugehen, dafs die Atmosphäre eine bedeutende absorbirende Kraft auf die dunkelen Wärmestrahlen ausübt. Da aber auch an verschiedenen Tagen und an verschiedenen Orten die bei scheinbar klarem Himmel angestellten Beobachtungen über die Ausdehnung des Wärmespectrums sehr von einander differiren (auch MELLONI's Angaben in seinen einzelnen Abhandlungen weichen in dieser Beziehung sehr von einander ab), so müssen wir daraus schliefsen, dafs die dunkelen Wärmestrahlen uns in mehr oder weniger grofser Menge zukommen, je nach gewissen Zuständen der Atmosphäre, die auf das Licht keinen merklichen Einflufs ausüben. *Fr.*

J. MÜLLER. Wellenlänge und Brechungsexponent der äufsersten dunkelen Strahlen des Sonnenspectrums. Pogg. Ann. CV. 352-359, 543-547; Arch. d. sc. phys. (2) V. 176-177; Cimento X. 208-208; Cosmos XIV. 444-445.

Die FRAUNHOFER'sche Linie *B* liegt (für ein Crownglasspectrum) ungefähr in der Mitte zwischen dem violetten Ende des Spectrums und den bei Anwendung von Sonnenwärme wahrgenommenen äufsersten dunkelen Wärmestrahlen. Da nun für Crownglas der Brechungsexponent für *H* ungefähr 1,546, für *B* ungefähr 1,526 ist, so schliefst der Verfasser auf einen Brechungsexponenten 1,506 für die äufsersten dunkelen Wärmestrahlen. Mannigfache Versuche, durch graphische Darstellung und empirische Formeln die Länge der äufsersten dunkelen Wellen zu bestimmen, führten zu keinem sichern Resultat. Die CAUCHY'sche Dispersionsformel

$$\frac{1}{n^2} = a + \frac{c}{\lambda^2},$$

wenn man die höheren Potenzen von $\frac{1}{\lambda}$ vernachlässigt, giebt (nachdem man die Constanten durch Einsetzen der Werthe für die Wellenlänge λ und den Brechungsexponenten n bestimmter FRAUNHOFER'scher Linien gefunden hat) für $\lambda = \infty$

$$\frac{1}{n^2} = 0{,}43436$$

oder

$$n = 1{,}517,$$

und dies ist der kleinste Werth des Brechungsexponenten, der nach der Cauchy'schen Formel für Crownglas möglich ist. Für alle Werthe von n, welche kleiner sind als 1,517, wird also λ imaginär.

Bei der Entwicklung der Cauchy'schen Formel ist nur die Einwirkung der Aethertheilchen auf einander in Betracht gezogen, berücksichtigt man aber auch den Einfluſs, welchen die an den Oscillationen nicht theilnehmenden ponderablen Atome auf die Aetheratome ausüben, so erhält man die von Redtenbacher entwickelte Gleichung:

$$\frac{1}{n^2} = a + b\lambda^2 + \frac{c}{\lambda^2}.$$

Mit Hülfe dieser Gleichung findet man für die Wellenlänge der äuſsersten dunkelen Strahlen des Wärmespectrums

$$\lambda = 0{,}0048^{\text{mm}}$$

unter der Annahme, das ihr Brechungsexponent 1,506 sei.

Vergl. Eisenlohr, Pogg. Ann. CIX. 239-241. *Fr.*

J. Müller. Thermische Fluorescenz. Ber. d. Freib. Ges. 1858. p. 510-513†.

Die von dem Metallspiegel eines Silbermann'schen Heliostaten reflectirten Wärmestrahlen lieſs Hr. Prof. Müller durch eine 1½ Zoll breite Oeffnung in ein dunkles Zimmer fallen, und zwar rechtwinklig auf eine mit Ruſs geschwärzte Scheibe. Die Entfernung zwischen der Oeffnung in dem Fensterladen und der Scheibe betrug 10 Fuſs. Die von der Scheibe diffus reflectirten Wärmestrahlen trafen in 3 bis 4 Zoll Entfernung eine Thermosäule, deren zugehöriger Multiplicator, bei freier Strahlung der Wärme auf die beruſste Scheibe, einen Ausschlag der Nadeln von 6° beobachten lieſs. Der Ausschlag wurde nicht merklich geringer, als vor die Oeffnung des Ladens eine Glastafel aufgestellt wurde; die Nadeln des Multiplicators gingen aber fast auf den Nullpunkt der Theilung zurück, wenn dieselbe Glasplatte sich zwischen der beruſsten Scheibe und der Thermosäule befand.

Der Verfasser schliefst aus diesem Versuche Folgendes. Die von der Scheibe diffundirten Strahlen müssen anderer Natur sein als die auf die Scheibe fallenden. Die auffallenden Strahlen, welche zugleich leuchtende und wärmende Eigenschaften haben, sind durch die berufste Scheibe in dunkle Wärmestrahlen verwandelt worden, oder mit anderen Worten: die Scheibe hat die auffallenden rothen, gelben, grünen u. s. w. Strahlen in solche Strahlen verwandelt, welche langsamer vibriren als die rothen, und deshalb nicht mehr sichtbar sind, obgleich sie noch Wärmeeffecte hervorbringen können.

„Diese Erscheinung," schliefst der Verfasser, „die ich mit dem Namen thermische Fluorescenz bezeichne, scheint mir nun einen Anhaltspunkt zur Erklärung der Fluorescenz überhaupt zu bieten. Wenn Wärmestrahlen von einem Körper absorbirt, oder in fühlbare Wärme verwandelt werden, so ist der Vorgang wohl kein anderer, als dafs durch die Aethervibrationen die Körperatome gleichfalls zu einer oscillirenden Bewegung angeregt werden. So oft aber durch Aethervibrationen auch die materiellen Molecule in Bewegung gesetzt werden, mufs eine Verlangsamung der Schwingungen erfolgen. Wenn leuchtende Strahlen, deren Schwingungsdauer noch geringer ist, als die der äufsersten violetten Strahlen, einen Körper treffen, und durch denselben in langsamer vibrirende Strahlen umgesetzt werden, so wird die Erscheinung der optischen Fluorescenz eintreten, sobald die Schwingungsgeschwindigkeit der resultirenden Strahlen noch innerhalb der Schwingungsgeschwindigkeit der leuchtenden Strahlen liegt". *Fr.*

Fünfter Abschnitt.

Elektricitätslehre.

28. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

E. Zetzsche. Die Elektricitätslehre vom Standpunkte der Undulationstheorie. Z. S. f. Math. 1858. p. 366-377.

Gewiſs wäre es ein Fortschritt in der Physik, wenn die Imponderabilien der Elektricität und des Magnetismus verbannt und die Erscheinungen, welche sie erklären sollen, auf die Wirkungen der wägbaren Massen und des Aethers zurückgeführt werden könnten. Ob der Verfasser des vorliegenden Aufsatzes dem Ziele nahe gekommen ist, kann hier nicht entschieden und überhaupt können seine Ansichten nur in gröſster Kürze mitgetheilt werden.

Die Gründe gegen die Annahme von den genannten zwei Imponderabilien sind nach dem Verfasser die folgenden.

1) Daſs sie der Schwere nicht unterworfen sind.

2) Daſs zwei wirkliche Materien sich zu Nichts verschmelzen sollen, zumal sie sich in so vielen Beziehungen gleichen.

3) Daſs diese beiden sich bindenden Materien durch Druck, Reibung und Berührung getrennt werden können.

4) Wäre die Bewegung der Elektricität ähnlich der von Flüssigkeiten in Röhren, so müſste das Ohm'sche Gesetz lauten

$$w = \alpha \frac{l}{\frac{q}{u}},$$

worin w den Widerstand, l die Länge des Leiters, q den Querschnitt u, die Peripherie desselben und α eine Constante bedeutet.

5) Dafs das Aufhören des Magnetismus im weichen Eisen gegen das Gesetz der Beharrung spricht.

6) Dafs die magnetischen Körper einen Sättigungspunkt besitzen.

7) Dafs die Magnetisirung beim Rothglühen unmöglich ist.

8) Dafs die Coercitivkraft erst die Trennung des Magnetismus hindert und sie dann erhält.

Der Verfasser giebt sodann die Aehnlichkeiten zwischen Schall, Wärme, Licht, Elektricität und Magnetismus wie folgt an:

1) Alle fünf entstehen häufig zusammen und sind mit Molecularänderungen der Körper verbunden.

2) Schall, Wärme, Licht und Elektricität bedürfen zur Fortpflanzung Zeit.

3) Die vertheilende oder inducirende Wirkung der Elektricität bezeichnet der Verfasser als Strahlung, welche auch Zeit erfordert, da der Elektromagnetismus nicht augenblicklich entsteht und verschwindet.

4) Die verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Farben vergleicht der Verfasser mit der verschiedenen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der galvanischen und der Reibungselektricität.

5) Die elektrische Induction, welche durch geschlossene Leiter, aber nicht durch isolirende Stoffe geschwächt wird, wird mit der Undurchsichtigkeit und Durchsichtigkeit verglichen.

6) Wie die Undurchsichtigkeit eines Körpers zunimmt mit der Dicke der Schicht, so die Intensität des Stroms mit der Länge der Leitung, und die Spannung der Elektricität mit der Gröfse der Oberfläche.

7) Wie die Durchsichtigkeit der Körper für verschiedene Farben verschieden ist, so das Isolationsvermögen für die verschiedenen Arten der Elektricität.

8) Die phosphorescirenden Körper vergleicht der Verfasser mit permanenten Magneten und elektrisirten Nichtleitern.

9) Um die Brechung elektrischer Strahlen nachzuweisen, müſste man eine Sammellinse aus nichtleitenden Substanzen machen und durch sie die Einwirkung der Strahlen auf ein Elektrometer nachweisen.

10) Wie das Licht sich nach allen Richtungen im Raume hin verbreitet, so auch die Elektricität.

11) Die Elektricität wirkt ähnlich wie Licht und Wärme auf die Nerven.

12) Das Auge und das Ohr könnte nicht gegen Elektricität empfindlich sein, wenn sie nicht ähnlich wie Licht und Schall wirkte. *P.*

RENARD. Mémoire sur la distribution de l'électricité à la surface des corps conducteurs, en partant de l'hypothèse d'un seul fluide. C. R. XLVII. 414-415.

Der Verfasser sagt in diesem Auszuge aus seinem Memoire, daſs ihm die Meinung, wonach die elektrischen Bewegungen zurückzuführen seien auf die erweiterten Wirkungen der ponderablen Massen und des Aethers, sehr annehmbar erschienen sei, so daſs er versucht habe, diese Bewegung des Aethers auf mathematischem Wege zu bestimmen. Er giebt dann die Ausdrücke für den Strom und für das elektrische Gleichgewicht im Allgemeinen.

Als erste Anwendung der Gleichungen beobachtet er den Fall eines unendlichen Leiters, und findet 1) daſs an jeder Stelle des Mediums der elektrische Strom proportional der Intensität der elektrischen Quelle ist, und umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkt derselben, 2) daſs die Einwirkung des Stromes auf irgend ein Hinderniſs, z. B. auf die COULOMB'sche Drehwage, den Strömen proportional ist.

Als zweiten speciellen Fall behandelt er dann das Ellipsoid, und findet, daſs an den Enden der Axen sich die Ströme wie die Halbaxen verhalten. Beim Sphäroid und zwei Kugeln, die sich gegenüberstehen, bekommt er die POISSON'schen Formeln, worin statt der Dicke der elektrischen Schicht die Intensität der Ströme eingeführt ist. *P.*

---

29. Elektricität durch Reibung und Contact.

G. Lobeck. Resultate einer Untersuchung über die Vertheilung der Elektricität auf Kugeln. Z. S. f. Math. 1858. p. 89-105†.

Der Verfasser theilt die Resultate seiner Untersuchungen mit über die Vertheilung der Elektricität auf eine beliebige Anzahl leitender Kugeln, welche durch die Annäherung einer elektrischen nichtleitenden Kugel elektrisch werden, unter der Voraussetzung, dafs die Mittelpunkte sämmtlicher Kugeln auf einer geraden Linie liegen.

Die Formeln sind zu lang, als dafs sie hier im Auszuge könnten mitgetheilt werden, die drei Beispiele, welche der Verfasser als Anwendungen der allgemeinen Formeln giebt, sind:

1) Zwei elektrische leitende Kugeln wirken auf einander.

2) Zwei vorher unelektrische leitende Kugeln werden dem Einflusse einer elektrischen nicht leitenden ausgesetzt.

3) Vertheilung auf die leitenden, vorher unelektrischen Kugeln in Folge der Annäherung einer elektrischen nicht leitenden Kugel. *P.*

P. Volpicelli. Terza communicazione sulla polarità elettrostatica. Atti de nuovi Lincei XI. 143-147; Cimento VIII. 86-91†.

Der Verfasser fügt den früher von ihm bekannt gemachten Erscheinungen der elektrischen Polaritäten (Atti de nuovi Lincei V. 751) folgende hinzu: Eine Harzstange, welche vollständig unelektrisch gemacht ist, dadurch, dafs sie in Wasser gelegen hat, und dann auf einem Leiter der Elektricität getrocknet ist, wird, mit dem Finger gerieben, erst positiv elektrisch. Während man immer in demselben Sinne reibt, nimmt die Stärke der positiven Elektricität zu bis zu einem Maximumwerth; nimmt dann wieder ab und wird zu Null; dann kehrt sich der Sinn der Elektricität um und die Stange wird bleibend negativ elektrisch. Nur die Harze sollen diese Eigenschaft zeigen. *P.*

P. Volpicelli. Sur quelques observations électrométriques et électscroopiques. C. R. XLVI. 533-537†; Arch. d. sc. phys. (2) I. 371-371.

Es wird in dieser Arbeit zuerst ein nach des Verfassers Meinung sehr empfindliches Strohhalmelektroskop beschrieben, mit dem der Verfasser die nachfolgenden Thatsachen festgestellt hat.

1) Die Dispersion der Elektricität in der Luft ist bei einer starken Ladung zuerst sehr bedeutend, und nimmt, wie längst bekannt, bei schwacher Ladung langsam ab. Nach Ablauf einer Minute zeigt das Elektroskop stets dieselbe Divergenz, wenn auch die anfängliche Ladung stets eine beliebige Stärke hatte. Der Verfasser knüpft daran den Vorschlag, das Elektroskop zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Luft zu benutzen.

2) Die Elektricität, welche der Kalkspath beim Druck annimmt, ist nicht dem Drucke, sondern der damit verbundenen Reibung zuzuschreiben. *P.*

P. Volpicelli. Sur l'induction électrostatique. C. R. XLVII. 623-626†, 664-666; Arch. d. sc. phys. (2) III. 60-71, 347-353.

Der Verfasser führt neue Versuche an, um den Satz zu beweisen, dafs die inducirte Elektricität, die sogenannte gebundene, keine Spannung besitzt. In den früheren Berichten sind die Versuche und Deutungen des Verfassers hinreichend kritisirt, um also Wiederholungen zu vermeiden, wollen wir nur die Versuche mittheilen.

Eine vergoldete Hollundermarkkugel hängt an einem langen leinenen Faden über einer Metallplatte, 2^{cm} von der Platte in verticaler Richtung entfernt und 1^{cm} vom Rande derselben.

Eine elektrisirte Harzstange wird so unter die Metallplatte gebracht, dafs sie ganz von ihr bedeckt wird. Die Kugel divergirt, und diese Divergenz soll beweisen, dafs die Ablenkung nur durch Induction in krummen Linien bewirkt sei.

Ein Metallcylinder, an beiden Enden mit Halbkugeln versehen, wird inducirt, z. B. durch einen positiv elektrischen Körper. An dem dem inducirenden Körper entgegengesetzten Ende ist ein Stück in Form einer Callotte abgeschnitten, welches durch

einen isolirenden Faden abgenommen werden kann. Ist nun der Cylinder abgeleitet, so zeigt das abgenommene Ende negative Elektricität an einem Elektroskop, ist der Cylinder dagegen isolirt, so zeigt es positive. Der Verfasser schliefst daraus, dafs beide Elektricitäten, die positive und die negative, sich über den ganzen Cylinder verbreiten, dafs die Influenzelektricität erster Art keine Spannung haben könne, da sie sich sonst in einem Punkte concentriren müfste, und dafs die Influenz in krummen Linien stattfinden müsse.

Ein Goldblattelektroskop mit trockenen Säulen wird mit einem Metallnetz umgeben. Unter dem Einflufs eines inducirenden Körpers zeigt es jetzt keine Elektricität. Auch hieraus wird geschlossen, dafs die Influenzelektricität erster Art keine Spannung besitzt.

Ein Metallcylinder mit elektrischen Pendeln wird abgeleitet, und an dem Ende, wo sich die Pendel befinden, influencirt. Die Pendel sind zur Hälfte von zwei abgeleiteten Metallplatten umgeben, welche sie vor der Influenz schützen sollen. Die Pendel bleiben nun unter sich parallel, und werden vom influencirenden Körper angezogen. Wird eine der schützenden Platten weggenommen, so stofsen sich beide Pendel ab und bleiben nicht mehr parallel. Der Verfasser schliefst daraus, dafs die Abweichung der Pendel durch Influenz in krummen Linien bewirkt wird.

Zwischen die Fäden eines Elektroskops wird ein abgeleiteter Metalldraht gebracht, die Pendel divergiren mehr beim Heben, weniger beim Senken desselben. Schiebt man den Draht auf und abwärts, so gerathen die Elektromotorfäden in eine pendelnde Bewegung.

Ein elektrisches Pendel am Ende eines isolirten Metallcylinders angebracht, wird, während der Cylinder influencirt ist, von einem mit dem Erdboden in Verbindung stehendem Drahte angezogen, ist der Cylinder abgeleitet, so findet weder Anziehung, noch Abstofsung statt. Also, sagt Hr. Volpicelli, hat die Influenzelektricität erster Art keine Spannung.

Ein Körper sei z. B. positiv elektrisirt, ein isolirter Cylinder wird von ihm influencirt, und an dem Ende, welcher dem inducirenden Körper am nächsten ist, befinden sich zwei Pendel.

Dem inducirten Cylinder wird nun eine Portion positiver Elektricität mitgetheilt. Hr. Volpicelli beobachtete nun eine Divergenz der Pendel, und schliefst daraus, dafs die Influenzelektricität zweiter Art sich über die ersterer Art verbreitet, ohne sich mit ihr zu verbinden, und dafs die letztere keine Spannung besitzt.

Mit einer Prüfungsscheibe, die aus einem 1^{mm} hohen und breiten Messingcylinder besteht, und die an einer Messingscheibe von 5^{mm} Durchmesser isolirt befestigt ist, während die Messingscheibe durch einen Metalldraht abgeleitet wird, findet Hr. Volpicelli an jeder Stelle eines isolirten und inducirten Cylinders die dem Inductor gleichnamige Elektricität. *P.*

P. Riess. Ueber einen elektrischen Influenzversuch. Pogg. Ann. CV. 486-490†.

Der Aufsatz bezieht sich auf den letzten Influenzversuch von Volpicelli, über den im vorigen Aufsatz referirt ist. Hr. Riess macht darauf aufmerksam, dafs der Nachweis der überall gleichnamigen Elektricität durch die eigenthümliche Construction der Prüfungsscheibe gelungen sei; dafs er aber vielmehr die Richtigkeit der Canton'schen Theorie darthue; nämlich bei diesem Apparat wirke auch die abgeleitete Metallscheibe als inducirender Körper auf den kleinen Cylinder, so dafs dieser unter zwei entgegengesetzten Einflüssen steht. *P.*

G. Belli. Sulle induzione elettrostatiche. Cimento VII. 97-112†.

Der Verfasser beschreibt in diesem Aufsatz ein Elektroskop, das aus zwei trapezförmigen Blättchen Goldpapier besteht, die mit ihren Ebenen vertical zugewandt parallel gegenüber stehen, und in dieser Stellung erhalten werden durch zwei Rhomben von Draht, deren Ebenen ebenfalls vertical stehen; beide können sich aber um eine gemeinschaftliche horizontale Axe drehen, indem der eine Drahtrhombus vom andern umschlossen wird. Die Goldblättchen sind daher in ihrer Bewegung beschränkt und nicht so beweglich, wie zwei an Fäden befestigte Hollundermarkkügelchen.

Dieses Elektroskop benutzt der Verfasser, um gegen Fabri die Richtigkeit der Canton'schen Theorie von der Influenz nachzuweisen. Dasselbe wird nämlich isolirt einem geladenen Conductor genähert, aber so, dafs die Drehungsaxe der Pendel horizontal und zur Fläche des Conductors normal steht. Es zeigt sich nun keine Divergenz, was gegen eine Anziehung in krummen Linien spricht.

Während das Elektroskop sich noch unter dem Einflusse der Influenz befindet, wird es nun ableitend berührt, es zeigt sich nun eine Divergenz, und diese bleibt ungeändert, wenn man es vom Conductor entfernt.

Nach der Melloni'schen Theorie müfste jetzt in der Nähe des Conductors gar keine Divergenz beobachtet werden, und wenn dieses in Folge von Anziehung in krummen Linien stattfinden sollte, müfste diese Divergenz beim Entfernen abnehmen.

P.

J. N. Hearder. On the difference in the amount of électricity developed by equal surfaces of cylinder and plate electrical machines. Phil. Mag. (4) XV. 290-299†; Arch. d. sc. phys. (2) II. 61-63.

Der Verfasser empfiehlt die zuerst von Noirne construirten Cylindermaschinen, wobei er jedoch unberücksichtigt läfst die von Riess „Lehre von der Reibungselektricität" I. 284 angegebenen Uebelstände der Unebenheit der Oberfläche und des häufigen Zerspringens ohne äufsere Verletzung.

Die Elektricitätsmenge bestimmt der Verfasser durch die Schlagweite einer Mafsflasche, welche mit dem Conductor in Verbindung gebracht wird. Er zeigt nun, dafs bei der Cylindermaschine die entwickelte Elektricitätsmenge der geriebenen Oberfläche proportional ist, also dem Product aus dem Umfange des Cylinders, der Länge des Reibers und der Anzahl der Umdrehungen. Ferner weist er hier auf die Wichtigkeit des isolirenden Stoffes, der vom Reibzeug nach dem Conductor führt. Es eignet sich am besten dazu gelbe geölte Seide, die nur auf der vom Glase abgewendeten Seite gefirnifst sein mufs, und die vor

Allem dicht an dem Cylinder anliegen mufs; weshalb sie zwischen Reibzeug und Cylinder zu befestigen ist. Durch directe Versuche wird bewiesen, dafs eine Entfernung der Seide vom Cylinder, indem man sie z. B. durch eine seidene Schnur davon abzieht, eine bedeutende Verminderung der Elektricitätsmenge herbeiführt. Er schneidet deshalb auch die Seide in mehrere parallele Streifen, die zum Theil übereinander liegen, damit nicht etwa entstehende Falten die Berührung vermindern. Ferner braucht die Seide nur den vierten Theil des Cylinders zu bedecken. Den Cylinder mit zwei Reibern zu versehen, hat sich als unvortheilhaft herausgestellt, da sonst zugleich eine Ausgleichung zwischen Conductor und Reibzeug stattfindet.

Scheibenmaschinen geben erst mit vier einfachen Reibern so viel Elektricität, als man von einem erwartet. Der Conductor kann, wenn beide Seiten des Glases gerieben werden, die Elektricität ohne bedeutenden Unterschied sowohl von der geriebenen, als auch nicht geriebenen aufnehmen. Auf diesen Punkt werden wir im nächstfolgenden Aufsatz noch zurückkommen.

Die Funkenlänge findet der Verfasser bei Scheibenmaschinen gröfser, aber in Beziehung auf Elektricitätsmenge sind die Cylindermaschinen bei Weitem im Vortheil, so dafs bei gleicher geriebener Oberfläche erst vier Reiber an der Scheibe dasselbe bewirken, wie ein Reiber am Cylinder. Der Verfasser glaubt den Grund darin zu finden, dafs die innen hohle Glasfläche des Cylinders, wie bei einer hohlen Metallkugel, gänzlich unwirksam auf die äufsere Elektricität bleibt, und sie gewifs nicht schwächt, während bei einer Scheibenmaschine die Wirkung der einen Schicht nur dazu dient, um die spärliche Wirkung der umgebenden Medien aufzuheben.

Als Amalgam empfiehlt der Verfasser 9 Theile Quecksilber, 5 Theile Zink und 3 Theile Zinn. *P.*

R. TARELLI. Sulle maschine elettriche a disco di vetro. Cimento VIII. 360-366†.

Der Aufsatz theilt Erscheinungen mit, welche sich unmittelbar an die von HEARDER beobachteten anschliefsen. Auch TA-

relli bestätigt, dafs bei Scheibenmaschinen die Einsauger nur auf einer Seite nöthig sind, und dafs der isolirende Schutz unmittelbar zwischen Reibzeug und Glas anzubringen ist. — Die Lederkissen bestreicht er mit Kohle (carbone dolce), die selten erneuert wird und das Glas nicht angreift.

Der Verfasser ist der Meinung, dafs, wenn die Einsauger sich nur auf der einen Seite des geriebenen Glases befinden, die auf der andern Seite erregte Elektricität eine Quantität neutraler Elektricität der Glasscheibe zersetzt, und die Influenzelektricität zweiter Art auch auf den Conductor treibt, so dafs die Scheibe, nachdem sie den Einsauger passirt hat, auf der Einsaugerseite negativ, auf der andern positiv sein mufs. Der Versuch mit der Prüfungsscheibe bestätigt dies vollkommen, wenn man die Vorsicht gebraucht, dafs durch langsames Hin- und Hertragen der Scheibe von dem Einsauger alle freie Elektricität fortgenommen ist.

Der Verfasser zeigt dann, dafs die Behauptung Hearder's, die Einsauger wären ebenso wirksam auf der eingeriebenen Glasseite, falsch sei, nur zu Anfang zeige der Conductor positive Elektricität, die Elektricität nimmt bald ab und schliefslich wirkt die Maschine gar nicht mehr. Die Glasscheibe verhält sich nämlich dann wie eine stark geladene Leidenerflasche, die nach der Seite des Conductors negativ ist. Wenn Hearder wirklich eine weitere Elektricitätsentwickelung beobachtet hat, so müsse dies dem schlecht isolirenden Material zugeschrieben werden.

Wendet man als Einsauger zwei Reihen Spitzen an, die sich auf derselben Seite befinden, die eine den Kissen sehr nahe und gut abgeleitet, die andere weiter davon entfernt, so beobachtet man im Dunklen an der ersten die positive, an der zweiten die negative Lichterscheinung.

Der Verfasser empfiehlt daher nur eine Reihe Spitzen anzuwenden, nicht mehrere oder ein ganzes Bündel; er bemerkt jedoch, dafs die Funkenlänge, welche von der Stärke der freien Spannung bedingt wird, von der Form der Einsauger unabhängig ist, nur die Elektricitätsmenge hängt davon ab. *P.*

G. Thomson. Intorno ad alcune richerche di elettrostatica. Lettera al Volpicelli. Cimento VIII. 115-123†.

Hr. Thomson unterscheidet idiostatische und heterostatische Elektrometer, bei den ersten stofsen sich zwei Körper ab, welche von derselben Elektricitätsquelle gleichnamig elektrisirt sind; bei der zweiten Art erhält der Körper eine bestimmte Elektricität, z. B. von einer Leidenerflasche, ein anderer beweglicher Körper erhält die zu prüfende Elektricität. Der Verfasser beschreibt dann ein idiostatisches Elektrometer, das dem Dellmann'schen nachgebildet ist, und sich von ihm nur dadurch unterscheidet, dafs der bewegliche Draht mit dem festen in bleibender metallischer Verbindung erhalten wird. Zu diesem Zweck erhält der bewegliche Draht nach unten einen verticalen Platindraht, der in Schwefelsäure taucht, die in ein Bleigefäfs gegossen wird, welches auf dem festen Draht angebracht ist.

Das heterostatische Elektrometer besteht aus einer kleinen Leidenerflasche, deren Knopf ein Bleigefäfs mit Schwefelsäure trägt, darüber schwebt, an einem Glasfaden befestigt, ein Streifen Goldpapier, an dem nach unten ein Platindraht befestigt ist, der in die Schwefelsäure führt, so dafs der Streifen die Elektricität der innern Belegung der Flasche erhält. Unter diesem beweglichen Goldblattstreifen sind zwei halbkreisförmige Messingelektroden angebracht; sie liegen in einer Ebene und bilden einen Ring, der an zwei diametral gegenüberliegenden Stellen Zwischenräume, die durch Luft getrennt sind, von $\frac{1}{20}$ Zoll hat. Die Flasche ist mit einer Glasglocke umgeben, an deren Decke ein Glasfaden befestigt ist, und aus deren Seitenwand die Drähte herausführen, welche mit den Elektroden verbunden sind; sodann führt noch ein Draht zu der innern Belegung der Flasche, um dieselbe zu laden. *P.*

T. Bauchinger. Ueber den Vertheilungscoefficienten. Pogg. Ann. CIV. 58-85†.

Hr. Bauchinger stellt eine Formel auf für den Vertheilungscoefficienten, in dem Falle, dafs einer isolirten, mit bekannter Elektricitätsmenge elektrisirten Metallscheibe eine gleich grofse gegen-

übersteht, und die Verbindungslinie der Mittelpunkte beider senkrecht auf beiden Platten steht.

Die Formel lautet

$$m = \frac{1}{1 + ad}.$$

Hierin bedeutet m den Vertheilungscoefficienten, a eine Constante und d die Länge der Verbindungslinie. Die Richtigkeit der Formel weist er nach an den Versuchen von Riess („Lehre von der Reibungselektricität" §. 327) und an denen von Siemens (Pogg. Ann. CII. 85-86). *P.*

J. M. Gaugain. Sur la propagation de l'électricité à la surface des corps isolants. C. R. XLVII. 735-738†, 869-873; Cimento IX. 217-223.

Der Verfasser untersucht die Mittheilung der Elektricität von einem Elektroskop durch baumwollene Fäden nach dem Erdboden und zur Luft. Der Ausschlag eines Goldblattelektroskopes wird mittelst Loupe von einem getheilten Kreise abgelesen, und dann die Zeit gemessen, welche verfliefst, wenn das Elektroskop von einem gegebenen zu einem anderen gegebenen Ausschlage heruntersinkt. Der Faden steht zuerst in Verbindung mit dem Erdboden, bei einer zweiten Beobachtung ist er isolirt. Die Versuche werden nun so eingerichtet, dafs das Elektroskop immer von der Stellung A auf die von B hinuntergeht, wird nun der Strom bei der Isolation mit J, und die Zeitdauer mit T, bei der Ableitung mit J und t bezeichnet, so ist der Strom, welcher durch die Leitung allein bewirkt wird, $J_{\prime\prime}$.

$$J_{\prime\prime} = J - J_{\prime}.$$

Setzt man nun

$$J = \frac{Q}{t}$$

und

$$J' = \frac{Q}{T},$$

so ist

$$J_{\prime\prime} = \frac{Q}{t} - \frac{Q}{T}.$$

Bezeichnet man den Widerstand mit w, so ist der Definition des Stromes gemäſs

$$w = \frac{Q}{J''} = \frac{Tt}{T - t}$$

und mit Vernachlässigung von t gegen T

$$w = t,$$

der Verfasser findet nun den Widerstand der Länge proportional.

Um zweitens zu zeigen, daſs der Strom der Spannung proportional ist, werden zuerst die Zeiten beobachtet, innerhalb deren die Spannung von A auf B, von B auf C, von C auf D sinkt, und dann bei dem von Neuem geladenen Elektroskop die Anzahl der Berührungen gezählt, n, $n_{\prime}$, $n_{\prime\prime}$ etc., welche nöthig sind, um durch eine und dieselbe Prüfungsscheibe das Elektroskop auf die Spannung von A zu B, von B zu C etc. zu bringen.

Da die Zeiten t und die Zahlen n proportional sind, so schlieſst der Verfasser, daſs die Strömung der Spannung proportional ist.

Ferner zeigt der Verfasser, daſs an jeder Stelle des Fadens die Spannung der Entfernung vom abgeleiteten Ende proportional ist. Sei nämlich A die Spannung des Elektroskopes, L die Länge des ganzen Fadens; B die Spannung am Punkte m und l die Länge von hier aus bis zum Ende, so muſs, damit der Strom überall derselbe ist, sein

$$\frac{KA}{L} = K\frac{B}{l},$$

also

$$\frac{A}{B} = \frac{L}{l}.$$

Es wurden zwei Elektroskope genommen, die ganz identisch waren, das eine wurde durch einen 3^m langen Faden mit dem Boden verbunden, und dies Elektroskop mit dem andern ebenfalls durch einen 3^m langen Faden. Das letzte Elektroskop wurde während einer Viertelstunde auf einer constanten Divergenz von 25° erhalten, und in dem ersten Elektroskop beobachtete man die Divergenz von 14°. Theilte man nun die Elektricitätsmenge von 25° unter beide Elektroskope, so erhielt jedes die Elektricitätsmenge 17°. Dies war also die Hälfte der Spannung, und somit ist das angeführte Gesetz verificirt.

Die Bewegung in einem verzweigten Faden betrachtet Gaugain so, dafs an den Abzweigungsstellen dieselbe Spannung bleibend stattfinden mufs. Hat der eine Zweigfaden die Länge R, der andere r, dann ist die Intensität im ersten $\frac{K}{R}$, im zweiten $\frac{K}{r}$ durch beide geht zu derselben Zeit

$$\frac{K}{R}+\frac{K}{r}.$$

Wollte man daher für beide Fäden einen einzigen setzen, so müfste seine Länge sein

$$\frac{rR}{r+R}.$$

Dies Gesets hat Gaugain so verificirt, dafs er ein Elektroskop mit einem zweiten, welches sich nach Art einer Lane'schen Flasche selbst entlud, durch baumwollene Fäden verband:

Erstens durch einen Faden von 1,64^{m}, der in 3 Minuten 25,5 Entladungen gab, dann durch 2 Fäden von der doppelten Länge, welche ebenfalls in 3 Minuten 25,5 Entladungen gaben.

Zuletzt bestimmt Gaugain die Zeit, welche verfliefst, bis ein isolirter Leiter B, von einem constant elektrisch gehaltenen Leiter A eine bestimmte Elektricitätsmenge erhält; er findet, dafs diese Zeit proportional dem Quadrat der Länge ist. *P.*

K. W. Knochenhauer. Versuche mit einer getheilten Batterie. Wien. Ber. XXVII. 207-257†.

Der Referent ersucht den Leser, die Erklärungen der Versuche und Resultate, die er in möglichster Kürze mittheilen wird, im Original nachzulesen, da es hier genügen wird, die Grundansicht des Verfassers über die Entstehung eines elektrischen Stromes mit Wärme anzugeben. Der Verfasser unterscheidet auf einem Metalldraht, durch welchen ein elektrischer Strom geht, die Gliederung (Kette) und die Spannung. Die Gliederung allein giebt noch keine Schwingung oder einen Strom mit Wärme, sondern sie mufs dazu erst gespannt werden. Der Schliefsungsbogen, durch den ein Strom geht, erregt auf jedem ihm genäherten Draht eine Gliederung, soll diese gespannt werden, und

somit ein Strom entstehn, so mufs man entweder die Enden des Drahtes mit einander verbinden, oder sie durch eine eingeschobene Batterie schliefsen. Jede geladene Batterie nun, die mit einem ununterbrochenen Schliefsungsbogen versehen ist, überträgt auf diesen zuerst die Gliederung, dann entsteht die Spannung und damit die Schwingungen, die so lange anhalten, bis die Kraft der geladenen Batterie erschöpft ist. Schaltet man in den Schliefsungsbogen eine neue Batterie ein, so entsteht gleichfalls eine Gliederung, die Spannung tritt aber nur mittelst einer Gegenspannung der eingeschalteten Batterie ein, die Gegenspannung ist also von der aus der geladenen Batterie entstandenen Spannung bedingt, aber umgekehrt ist auch die Spannung nur möglich, sofern die Gegenspannung hervortritt. Beide, Spannung und Gegenspannung, gehen durch den ganzen Schliefsungsbogen hindurch, allein da beide nach der Batterie zu aufsteigen, so kann die Untersuchung mit dem Funkenmesser nur diese aufsteigenden Spannungen nachweisen. Der Verfasser nennt sie die freien Spannungen.

Die Versuche zerfallen in drei Abschnitte.

I. Die getheilte Batterie im Ladungsstrome.

Eine Batterie wird in zwei Theile getheilt $F(1, 2)$ und $F(3, 4)$, von den innern Belegungen derselben führen zwei Drähte I. und II., die sich zu einem Auslader vereinigen, ein Draht (III.) [Stamm] führt zur äufsern Belegung. Der Draht I. bleibt constant, II. wird verlängert, III. ebenfalls, es wird mit dem Luftthermometer die Erwärmung in I., II. und III. bestimmt. Sind I. und II. gleich lang, so zeigt III. die vierfache Wärme von I. und II. Wird Draht II. verlängert, so steigt die Wärme in II. und nimmt ab in I. In III. nähert sich die Wärme der Summe von der in I. und II. Sind die Batterien $F(1, 2)$ und $F(3, 4)$ von ungleicher Gröfse, so müssen, wenn Spannungsgleichgewicht eintreten soll, die Drähte I. und II. sich umgekehrt wie die Stärken der Batterien verhalten.

II. Die getheilte Batterie im Entladungsstrome.

Eine Batterie (A) wird vom Conductor geladen, ein Draht (III.) [Stamm] führt zu einem Auslader, von da ein anderer, der sich verzweigt in I. und II., die zu zwei isolirten Batterien

(*B*) und (*C*) führen; von den äufsern Belegungen derselben gehen wieder zwei Drähte I. und II. aus, die sich zu einem neuen Draht III. [Stamm] vereinigen, der zur äufsern Belegung der Batterie (*A*) zurückkehrt. Draht II. wird verlängert, Draht I. bleibt kürzer als der Stamm (III.), und auch in ihm werden die Drähte verlängert, ebenso werden die Stärken der Batterien *A*, *B* und *C* geändert. Die Wärme im Draht I. sinkt erst bei der Verlängerung von II. und steigt dann bis zu dem Grenzwerth, d. h. der Wärme, welche der Draht geben würde, wenn diese Batterie allein geladen würde. Die Wärme in II. wächst zuerst und sinkt dann allmälig. Im Stamme III. ist die Wärme äquivalent gleichen Drähten von I. und II. gleich der Summe von der in I. und II., sie sinkt darauf und wird der von I. gleich, wenn die Batterie *B* eben so stark oder stärker als *B* ist, sie bleibt gröfser, wenn *A* stärker ist als *B*.

Die Stelle der kleinsten Wärme in I. hängt nicht allein von der Länge des Stammes und dem Gröfsenverhältnifs von *B* und *C* einerseits und *A* andrerseits, sondern auch von der Länge von I. ab. Sind beide Theile *B* und *C* gleich, so schiebt sich das Minimum um die halbe Länge von I. vor.

Der Ort, wo beide Drähte I. und II. zum zweiten Male gleiche Wärme zeigen, hängt ebenfalls von der Länge von III., von dem Stärkeverhältnifs von *B* zu *A* und von der Länge von I. ab. Bei gleich grofsen Theilen *B* und *C* rückt der Ort um die Hälfte des constanten Drahtes zurück, bei der Theilung im Verhältnifs von 1:2 um die ganze Länge, dagegen beim Verhältnifs von 2:1 nur um den vierten Theil der Länge.

III. Die getheilte Batterie im Nebenbatteriestrome.

Zwei Drähte I. und II., 24′ lang, stehen 1″ parallel von einander entfernt, I. wurde mit der Hauptbatterie (*A*) verbunden, II. mit zwei isolirten Batterien *B* und *C* wie beim Ladungsstrome, so dafs II. den Stamm, III. und IV. die Zweige bilden. III. bleibt in seiner Länge constant, IV. wird verlängert. Es wird die Wärme in II., III. und IV. bestimmt bei verschiedenen Längen von I., II., III. und IV. und bei verschiedenen Stärken von (*A*), (*B*) und (*C*). Die Resultate stellt der Verfasser folgendermafsen zusammen: Die Wärme im constanten Drahte III., wenn er kürzer

als der Hauptdraht ist, sinkt zuerst auf ein Minimum herab, und steigt dann wieder, selbst bis über die Wärme, welche dieser Batterietheil allein geben würde. Die Wärme in IV. steigt zuerst und fällt allmälig.

Der Strom hat bei äquivalent gleichen Drähten der beiden Batteriedrähte III. und IV. diejenige Wärme, welche aus der Zusammensetzung beider einzelnen Ströme entspringt, sie sinkt darauf erst langsam und fällt zuletzt weit unter die Wärme von III. Die Wärme in III. erlangt ihr Minimum, wenn IV. äquivalent mit II. ist, d. h. wenn seine Länge sich zur Länge des Hauptdrahtes verhält, umgekehrt wie die Batterie (A) zur Batterie (C), der Ort ist unabhängig von dem constanten Drahte III. selbst.

Der Ort der gleichen Wärme in III. und IV. hängt allein von der Gröfse ($B+C$) zu A ab, wie sich auch B und C zu einander verhalten mögen. Die Länge beider Drähte III. und IV. beträgt für den Ort der gleichen Wärme $\frac{n}{2}$ von II., wenn ($B+C$) zu A sich wie $2n:1$ verhalten. Ein stärkerer Widerstand in einem der Drähte III. und IV. übt auf den Ort der gleichen Wärme nur einen geringen Einflufs aus.

Der Verfasser schliefst aus seinen Versuchen, dafs der Nebenstrom nicht zu betrachten sei als zusammengesetzt aus einem Ladungs- und darauf folgendem Entladungsstrome. Ferner, dafs die Beobachtungen über den Nebenstrom sich nur erklären lassen, wenn man auf die freien Spannungen Rücksicht nimmt, dafs diese Spannung nur hervorgehen könne aus einer polaren Gliederung der Molecüle, einer Gliederung, die sich vom Hauptdraht auf den Nebendraht überträgt, und zwar in den Kraftlinien durch das Intermedium. Er findet daher in seinen Beobachtungen eine Bestätigung der von Faraday aufgestellten Therme, wonach sich die Elektricität von Molecül zu Molecül durch Gliederung fortpflanzt.

K. W. Knochenhauer. Ueber den elektrischen Zustand der Nebenbatterie während ihres Stromes. Wien. Ber. XXXIII. 163-204.

Eine nicht isolirte Batterie wird in zwei Theile getheilt (*A*) und (*B*), von der innern Belegung von (*A*) geht ein Draht I. zu einem isolirten Quecksilbernapf *C*, dann zu dem einen Ende eines Ausladers *D*, dessen anderes Ende nach der äufsern Belegung der Batterie führt. Von der innern Seite von (*A*) geht ein zweiter Draht II. zu einem andern isolirten Quecksilbernapf und von der Innenseite von *B* ein Draht III. zu einem dritten isolirten Quecksilbernapfe; II. und III. werden durch einen Draht IV. verbunden, der verschiedene Längen bekommt. *A* und *B* bilden demnach eine verzweigte Batterie, wo (II., III. und IV.) als der Zweig von *B*, I. als der Strom anzusehen ist, und der Zweig von *A* = Null ist. Die Kugeln des Ausladers in I. sind nach der Bezeichnung des Verfassers 40,0 von einander entfernt, d. h. 1,84 Linien. Mit der Innenseite von *B* wird durch einen starken Draht die eine Kugel eines Funkenmessers verbunden, und die zweite Kugel desselben entweder mit der Innenseite von *A* oder mit dem Quecksilbernapf *C* oder mit dem Ende des Ausladers *D* oder mit der Aufsenseite von *B* (*Ba*). Während der Entladungen werden nun die Längen der Funken gemessen.

Ist der Funkenmesser zwischen der äufsern und innern Belegung von *B*, so steigt der Funke bis 50 bei der Verängerung von I., sinkt wieder bis auf 40 und steigt noch einmal. Befindet sich der Funkenmesser zwischen den innern Belegungen von *B* und *A*, so steigt bei der Verlängerung von I. der Funke von 35,5 bis 72. Zur Erklärung dieses letzten Factums nimmt der Verfasser Partialentladungen an, d. h. partielle Molecularschwingungen, die beim ersten Hingang einen positiven Strom mit Wärme liefern, beim Zurückschwingen einen negativen ohne Wärme; indem der Verfasser meint, dafs die negative Elektricität keine Schlagweite habe und keine Erwärmung bewirke.

II. Untersuchungen über den elektrischen Zustand der Nebenbatterie während ihres Stromes.

Eine Batterie (*A*), nicht isolirt, wird durch einen 24′ langen Draht I. und einen Auslader geschlossen, ihr gegenüber steht

eine isolirte Batterie (B), ebenfalls geschlossen durch einen 24' langen Draht II., der mit I. parallel und 1'' von ihm entfernt ist; von der äufsern Belegung von A führt ein Draht V. nach der äufsern oder innern Belegung von (B). Der Funkenmesser wird nun eingeschaltet zwischen der innern Belegung von A einerseits, und der innern oder äufsern von B; oder zwischen der äufsern und innern Belegung von B, während die eine oder die andere mit V. in Verbindung steht.

Es werden nun die Funkenlängen gemessen, während I. und II. in ihrer Länge und die Batterien in ihrer Stärke verändert werden. In ähnlicher Weise werden die Einwirkungen von zwei Nebenströmen beobachtet. Die gewonnenen Resultate können hier nicht mitgetheilt werden, da sie im Auszuge unverständlich sein würden. *P.*

Blaserna. Ueber den inducirten Strom der Nebenbatterie. Wien. Ber. XXXIII. 25-68†; Inst. 1858. p. 331-331.

Die vorliegende Arbeit hat den Zweck, die von Knochenhauer erhaltenen Resultate über den Nebenstrom zu verificiren.

Zu einem geradlinig ausgespannten Theile des Schliefsungsbogens einer Batterie wird ein Draht parallel ausgespannt und dessen Enden zu der äufsern und innern Belegung einer isolirten Batterie geführt. Während der Entladung der ersten Batterie wird in dem Drahte der zweiten ein Nebenstrom inducirt. Die Intensität dieses Stromes ist bei einem und demselben Hauptdraht für verschieden lange Nebendrähte nicht constant, sondern nimmt bis zu einem Maximum zu und von da wieder ab.

Dieses Maximum tritt dann ein, wenn bei vollkommen gleichen Flaschen die Länge des Hauptdrahtes sich zu jener des Nebendrahtes verhält wie die Anzahl der Flaschen der Nebenbatterie zu der der Hauptbatterie. Als Stromwirkung wurde die Erwärmung des Luftthermometers beobachtet. Der Verfasser weist nun zunächst die Existenz eines Maximums nach, und stellt dann für die Erwärmung folgende Formel auf:

$$\Theta = \frac{M}{1 + A\,(h - Kn)^2},$$

welche mit den Versuchen übereinstimmt; hierin bedeutet Θ eine beliebige Erwärmung, M die für das Maximum, A eine Constante, K ebenfalls, h und n die Längen des Haupt- und Nebendrahtes.

Es kommt nun darauf an, K zu bestimmen, es ist unabhängig von der Entfernung der Kugeln im Funkenmesser des Hauptstromes; ebenso unabhängig von (h) und von der Entfernung der parallel aufgespannten Drähte. Es ist abhängig von der relativen Stärke der Flaschen q und q' und von der Oberfläche der Belegungen s und s'.

Es ergiebt sich für die Erwärmung

$$\Theta = \frac{q'}{q^2}\frac{s}{\sqrt{s'}}\frac{m}{A\left(h-\frac{q'^2}{q^2}\frac{s}{s'}n\right)^2+1},$$

da der absolute Werth des Maximums sich durch folgende Formel ausdrücken läfst

$$M = \frac{q'}{q^2}\frac{s}{\sqrt{s'}}m,$$

worin m eine neue Constante bedeutet.

Die Erwärmungen zeigen sich beim Maximum abhängig von der Entfernung des Funkenmessers im Hauptdraht. Der Verfasser findet, dafs sich diese Abhängigkeit ausdrücken läfst durch

$$\Theta = ad^{\frac{2}{3}}(1-\lambda d),$$

worin a eine Constante sowie auch λ bedeutet und d die Entfernung der Kugeln des Funkenmessers. Bei kleinen Entfernungen kann der Factor $(1-\lambda d)$ vernachlässigt werden. Der Verfasser meint, dafs bei grofsen Entfernungen in der Formel für das Luftthermometer die Wärmeausstrahlung des Platindrahtes berücksichtigt werden müfste, und dafs daher dieser Correctionsfactor $(1-\lambda d)$ hinzuzufügen sei. *P.*

E. Loomis. On the electrical phenomena observed in certain houses in New-York. Silliman J. (2) XXVI. 58-62†; Inst. 1858. p. 321-323; Cosmos XIII. 197-200.

S. S. John. Notice of some electrical phenomena witnessed in houses in the cities of New-York and Cleveland, Ohio. Silliman J. (2) XXVI. 62-64†; Inst. 1858. p. 323-324.

Es werden hier die Bedingungen angegeben, unter denen

in den Häusern Nordamerikas Elektricität entwickelt wird. Die Temperatur mufs aufsen niedrig sein, 17° bis 12° F., im Zimmer dagegen hoch 70° bis 80° F., auf dem Fufsboden müssen wollene Teppiche liegen und die Personen, welche die Elektricität entwickeln, müssen Pantoffeln mit dünnen trockenen Sohlen tragen. Nachdem die Personen dann im Zimmer sich stark bewegt haben, können sie Funken von ¼ Zoll Schlagweite aus Leitern ziehen, Aether und Gas anzünden. Als Ursache der Elektricität wird die Reibung der ledernen Sohlen an den wollenen Teppichen angegeben. *P.*

A. Fuchs. Fortgesetzte Versuche über die Springbrunnen als Elektroskope. Verh. d. Presb. Ver. 1858. 1. p. 15.

Der Verfasser hatte früher gezeigt, dafs ein feiner Springbrunnen keine Tropfen wirft, wenn er sich unter elektrischer Influenz befindet. Er suchte den Grund früher in der Vertheilung der Elektricität in den Wassertheilchen, er hat sich aber überzeugt, dafs durch die elektrische Vertheilung die Adhäsion des Wassers zu der Röhrenmündung vermindert werden mufs, da das Tropfenwerfen auch aufhört, wenn diese Mündung mit Oel bestrichen wird. *P.*

---

30. Thermoelektricität.

W. G. Hankel. Ueber die Elektricitätserregung zwischen Metallen und erhitzten Salzen. Leipz. Ber. IX. 187-190; Pogg. Ann. CIII. 612-616†; Phil. Mag. (4) XVI. 101-103; Z. S. f. Naturw. XII. 136-137; Abh. d. Leipz. Ges. VI. 255-301; Inst. 1858. p. 307-308.

Andrews hat gezeigt, dafs, sobald zwei Metalle von gleicher chemischer Beschaffenheit, aber von ungleichen Temperaturen mit einem und demselben geschmolzenen Salze in Berührung gebracht werden, ein thermoelektrischer Strom auftritt, dessen Rich-

tung stets von dem heifseren Metalle durch die geschmolzene Salzmasse zu dem weniger heifsen geht. Hr. Hankel stellt sich in der oben genannten Abhandlung die Aufgabe, das Gesetz für die Richtung des Stromes zu entdecken, wenn das Salz nur so weit erhitzt war, dafs es leitete, aber noch nicht in den flüssigen Zustand überging.

Es wurde das der Prüfung zu unterwerfende Salz in einem Platintiegel, der auf einem Platingeflecht stand, über einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge geschmolzen, und von oben her ein isolirter Platin-, Gold- und Silberdraht bis zu gewünschter Tiefe in die Salzmasse eingetaucht. Sollten elektrische Ströme beobachtet werden, so stand der Tiegel durch das Platingeflecht mit dem einen, der eingetauchte Platindraht mit dem anderen Enddrahte eines Multiplicators in Verbindung; sollte dagegen die freie elektrische Spannung gemessen werden, so wurde entweder der Tiegel (nach Isolirung des Stativs) oder der innere Draht mit einem Elektrometer oder mit einer Condensationsplatte verbunden, während der andere Draht oder der Tiegel zur Erde abgeleitet war. Es möge ein vom Tiegel durch die Salzmasse zum Drahte gehender Strom ein aufsteigender genannt werden.

Ist nach dem Eintauchen des Drahtes in die geschmolzene Salzmasse der Tiegel erkaltet, und wird er dann von Neuem erhitzt, so entsteht beim Beginn des Erhitzens in dem noch festen Salze, wofern dasselbe überhaupt leitet, ein aufsteigender Strom, also von heifserem Metall durch die Salzmasse zu dem weniger heifsen. Beginnt dann das Salz an den Wänden des Tiegels zu schmelzen, so wird dadurch die Ursache zu einem absteigenden Strome geschaffen; gleichzeitig besitzt aber der Tiegel in der Regel eine höhere Temperatur, als der noch in der festen Masse stehende Draht. Der resultirende Strom variirt dann mit der Gröfse der Componenten. Nach Vollendung des Schmelzens entsteht wieder (jedoch mit Ausnahme des schwefelsauren Kupferoxydkalis) ein aufsteigender Strom. Nach dem Auslöschen der Lampe wird vor dem Beginn des Erstarrens das Verhältnifs der Temperaturen sich umgekehrt als beim Erhitzen gestalten, und in Folge dessen ein absteigender

Strom eintreten (mit Ausnahme des schwefelsauren Kupferoxydkalis, so wie des salpetersauren Kalis und Natrons, bei denen ein aufsteigender Strom erscheint). Das Erstarren, wobei die Tiegelwand von fester, der innere Draht dagegen von flüssiger Masse umgeben ist, wird, umgekehrt wie zuvor das Schmelzen, Ursache zu einem aufsteigenden Strom, der aber auch hier wieder als das Ergebnifs zweier entgegengesetzt gerichteter Ströme auftritt. Nach dem Erstarren zeigt sich im Allgemeinen ein absteigender Strom. Ein aus gleichen Aequivalenten kohlensauren Kalis und Natrons bestehendes Gemisch zeigte beim Erstarren einen aufsteigenden Strom. Beim Erhitzen giebt die umgekehrte Verwandlung in den flüssigen Zustand Grund zu einem absteigenden Strom. Auch wenn sich geschmolzene Salze beim Erstarren von der Tiegelwand ablösen in einem Zeitpunkt, wo die Salzmasse überhaupt noch leitet, entsteht ein absteigender Strom, der um so stärker auftritt, je schneller die Ablösung erfolgt.

Fr.

H. Wild. Ueber die thermoelektrischen Ströme und die Spannungsgesetze bei den Elektrolyten. Pogg. Ann. CIII. 353-411†; Wolf Z. S. 1858. p. 62-69; Ann. d. chim. (3) LIII. 370-379; Arch. d. sc. phys. (2) II. 378-380.

Da nach Fechner's Untersuchungen bedeutende elektrische Differenzen zwischen Elektrolyten und Leitern erster Klasse stattfinden, so war zu erwarten, dafs auch ein thermoelektrischer Strom entstehe, wenn man die beiden Grenzen eines aus einem Metall und einem Elektrolyten gebildeten Schliefsungsbogens auf ungleiche Temperaturen bringt. Diese Ströme sind nachgewiesen worden für Platin und feurig flüssige Salze, für Platin und glühende Gase und für Glas und Platin, aber nicht für Metalle und wässerige Lösungen von Salzen, Säuren und Alkalien. Nobili und Fechner haben gezeigt, dafs auch bei den Elektrolyten unter einander elektrische Differenzen auftreten, aber thermoelektrische Ströme zwischen ihnen sind erst in der oben genannten Abhandlung des Hrn. Wild nachgewiesen.

Der zu diesen Versuchen benutzte Apparat war im Wesentlichen folgendermafsen construirt. In den Boden eines parallelepipedischen gefirnifsten Holzkästchens waren mittelst Korke zwei dünnwandige Glasröhren wasserdicht eingesetzt. Diese waren unten durch aufgekittete gleichartige Metallkapseln verschlossen, welche als Elektroden dienten und mit den Drähten des Multiplicators in Verbindung standen. In den Röhren wurden die beiden zu untersuchenden Flüssigkeiten übereinander gelagert, so dafs man spiegelnde Trennungsflächen erhielt. Behufs Erwärmung der einen Trennungsfläche der beiden Flüssigkeiten befand sich an der einen Röhre eine verschiebbare Messingkapsel, deren Ränder durch aufgeschobene Kautschuckröhrenstücke luftdicht an die Wand des Rohres anschlossen. Mittelst zweier seitlicher Oeffnungen leitete man Wasserdampf durch die Kapsel, so dafs er die Röhrenwand im Innern umspülte und somit mittelbar die Trennungsfläche der Flüssigkeiten in der Röhre erwärmte. Zur Messung der Temperaturen tauchten in beide Röhren Thermometer. Endlich tauchten die unteren Theile der Röhren mit den Metallkapseln in zwei Trinkgläser mit Wasser von der Temperatur der Umgebung. Wurde Kupfervitriollösung vom specifischen Gewicht 1,10 in beide Schenkel gegossen, so dafs die Lösung in dem die Kapsel tragenden Schenkel bis zur Kapsel stand, in dem andern niedriger, darauf verdünnte Schwefelsäure darüber gegossen, welche auch noch einen Theil des oberen Kästchens anfüllte, so zeigte sich bei vollkommener Temperaturgleichheit in allen Theilen des Apparates ein anfänglicher Hydrostrom, weil die elektromotorischen Kräfte zwischen Metallplatte und Flüssigkeit nicht in beiden Schenkeln vollkommen gleich herzustellen sind. Sobald aber die hohle Metallkapsel von Wasserdampf durchströmt wurde und die Trennungsfläche beider Flüssigkeiten erwärmte, ging die Nadel des Multiplicators zum Nullpunkt zurück und mit wachsender Temperatur über diesen hinaus, bis sie bei 35° Temperaturdifferenz der Trennungsflächen eine Ablenkung von —72° annahm. Die Temperatur der anderen Trennungsfläche war diejenige der Umgebung, bei welcher auch die specifischen Gewichte bestimmt waren, nämlich ungefähr 20° C. Nach völliger Erkaltung zeigte die Nadel wieder +8°. Bei einem anderen Versuche

wählte man Zinkvitriollösung (vom spec. Gewicht 1,20) und eine Lösung von schwefelsaurer Magnesia (vom spec. Gewicht 1,05). Statt der beim ersten Versuch benutzten Kupferelektroden wurden jetzt Zinkelektroden angewandt. Der anfängliche Hydrostrom gab —3° Ablenkung, nach Erwärmung der einen Trennungsfläche ging die Nadel bei 35° Temperaturdifferenz auf +20°. Nach erfolgter Abkühlung ging die Nadel wieder auf —3° zurück.

Der Verfasser bespricht nun in seiner Abhandlung die Einwände, die dagegen erhoben werden könnten, dafs der beobachtete Strom ein thermoelektrischer sei. Es könnte durch die Erwärmung eine Aenderung in der Natur der Flüssigkeiten an der erwärmten Berührungsfläche entstanden, und dadurch ein Hydrostrom hervorgerufen sein. Bei dem Versuch mit Kupfervitriollösung und verdünnter Schwefelsäure wird die durch die Erwärmung specifisch leichter gewordene Schwefelsäure aufsteigen und concentrirterer kälterer Platz machen, die ihrerseits wieder in die Höhe steigt, nachdem sie erwärmt worden; ein Gleichgewichtszustand wird erst eintreten, wenn die gesammte Schwefelsäure in dieser Röhre und im Kästchen oben die der Gränzfläche entsprechende geringe Concentration angenommen hat. Der Zustand im Apparate wäre dann also folgender: in beiden Röhren unten Kupfervitriollösung von der anfänglichen Concentration, darüber in einem Schenkel die unveränderte verdünnte Schwefelsäure, fast bis ans obere Ende, im anderen Schenkel dagegen, wo die Erwärmung stattfindet, zuerst eine Schicht Kupfervitriollösung von geringerer Concentration und darüber im ganzen oberen Theil des Apparates Schwefelsäure von kleinerem specifischen Gewicht als in dem erstbetrachteten Schenkel. Es ist nun sehr wahrscheinlich, dafs bei einer so unsymmetrischen Anordnung die elektromotorischen Kräfte in beiden Schenkeln sich nicht mehr aufheben werden. Um über den Effect dieses Zustandes Aufschlufs zu erhalten, stellte Hr. WILD künstlich einen solchen dar, indem er übereinander schichtete: Kupfervitriollösung vom spec. Gewicht 1,10 und 1,08, verdünnte Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,09 und 1,06. Alle diese Lösungen waren von derselben Temperatur. Es entstand bei der Schliefsung durch den Multiplicator eine Ablenkung von ungefähr 50° in einem Sinne, der anzeigte,

dafs die Stromrichtung derjenigen des beobachteten thermoelektrischen Stromes entgegengesetzt war; es kann also der bei dem ersten Versuch beobachtete Strom durch einen solchen Zustand, wie wir ihn angenommen, blofs geschwächt, nicht erzeugt worden sein. — Die Diffusion der Flüssigkeiten, welche an der Trennungsfläche der Flüssigkeiten stattfindet, könnte als Grund der Stromerregung angesehen werden, da Becquerel, der Vater, nachgewiesen haben will, dafs bei Auflösungen von Säuren und Alkalien, sowie gewisser Salze elektrische Strömungen entstehen. Es würde nämlich bei diesen Versuchen durch die Erwärmung der einen Trennungsfläche eine Beschleunigung des Diffusionsprocesses erzeugt werden müssen, und so würden sich die elektromotorischen Kräfte in beiden Schenkeln des Apparates nicht mehr das Gleichgewicht halten, dann müfste aber auch ein Strom eintreten, wenn man diese Beschleunigung mechanisch mittelst eines Rührers erzeugte; dies war aber nicht der Fall. Indessen ist doch zu beachten, dafs durch die Diffusion sich Uebergangsschichten zwischen beiden Flüssigkeiten bilden, die aus beiden Flüssigkeiten zusammengesetzt sind, und sich daher wie eine dritte Flüssigkeit verhalten. Folgen nun die Flüssigkeiten und die Mischungsproducte dem Volta'schen Spannungsgesetz, so ergiebt sich leicht, dafs, so lange die Grenzen der Uebergangsschichten dieselbe Temperatur haben, es sich ganz so verhält, als wären diese gar nicht da; ist dagegen die Diffusion so weit fortgeschritten, dafs jene Grenzen aufserhalb der erwärmenden Metallkapsel fallen, so ist die Wirkung der Uebergangsschichten erkennbar: die thermoelektrische Kraft wird kleiner gefunden als zu Anfang. Folgen die der Untersuchung unterworfenen Flüssigkeiten nicht dem Volta'schen Spannungsgesetz, so ist die beobachtete thermoelektromotorische Kraft die Resultante einer Reihe partieller Kräfte.

Der bisher benutzte Apparat wurde nun auch benutzt, um thermoelektrische Ströme zwischen Metallen und wässerigen Lösungen nachzuweisen. Der ganze Apparat wurde mit derselben Flüssigkeit gefüllt, z. B. bei Kupferelektroden mit Kupfervitriollösung, in das eine Glas wurde warmes, in das andere kaltes Wasser gegossen, und jedes mit einem Thermometer versehen. Schon bei etwa 10° Temperaturdifferenz der Elektroden erfolgte eine

Ablenkung von 70 bis 72° am Multiplicator. Aus der Richtung der Ablenkung war ersichtlich, dafs der positive Strom an der erwärmten Grenze von der Flüssigkeit zum Metall ging. Als der Apparat mit Zinkvitriollösung gefüllt war, und Zinkelektroden die Röhren schlossen, erfolgte bei kurzdauernder Schliefsung eine constante Ablenkung von + 9°. Hierauf wurde die eine Elektrode durch Füllung des betreffenden Glases mit Schnee auf 2 bis 1° C. abgekühlt, während die andere die Temperatur des Zimmers (+ 12°) behielt. Die Ablenkung wuchs bis 72°; dann brachte man auch Schnee in das andre Glas; die Multiplicatornadel ging wieder auf + 9° zurück.

Der Verfasser geht dann zu Versuchen über, die thermoelektrische Kraft bei den Elektrolyten zu messen, und zu untersuchen, welche Elektrolyte dem Volta'schen Spannungsgesetz folgen. Der oben beschriebene Apparat wurde zurnächst mit derselben Flüssigkeit gefüllt, z. B. Kupfervitriollösung, und die Verbindung zwischen den kupfernen Elektroden und dem Multiplicator hergestellt. War die nöthige Vorsicht auf die Einrichtung des Apparates verwandt, so zeigte der Multiplicator keinen oder nur einen sehr schwachen Strom an. Darauf wurde ein Theil der Kupfervitriollösung mittelst eines Stechhebers herausgenommen, und, nach genauer Reinigung der Wände, wurden die beiden anderen Flüssigkeiten, z. B. Zinkvitriol und schwefelsaure Magnesia darüber gelagert, etwa so, dafs der eine Schenkel mit Zinkvitriollösung bis zum oberen Rande gefüllt war, während in dem Kästchen sich Lösung von schwefelsaurer Magnesia befand. Erfolgte jetzt bei der Schliefsung dieselbe Ablenkung wie vorhin, so war der Schlufs gerechtfertigt, dafs die betreffenden Flüssigkeiten dem Spannungsgesetze gehorchen, war dagegen die Ablenkung eine merklich andere, so mufste das Gegentheil der Fall sein. Aus diesen Versuchen gingen folgende Resultate hervor:

1) Die Elektrolyten befolgen im Allgemeinen unter einander nicht das Volta'sche Spannungsgesetz.

2) Die elektromotorischen Kräfte zwischen den Elektrolyten ändern sich mit der Concentration der Lösungen.

3) Bei den Elektrolyten befolgen auch die Verbindungen gleicher Ordnung im Allgemeinen nicht das Spannungsgesetz.

4) Dagegen gehorchen alle schwefelsauren neutralen Salze, welche der Formel $ROSO_3$ entsprechen, unter einander dem Spannungsgesetze. Das schwefelsaure Ammoniak macht allein eine Ausnahme.

5) Zu der Spannungsreihe der obigen schwefelsauren Salze gehören nicht diejenigen, welche der Formel $R_2O_3 3SO_3$ entsprechen.

6) Die Säuren gehorchen im Allgemeinen unter einander nicht dem Spannungsgesetz, und dem entsprechend thun dies auch nicht diejenigen neutralen Salze, bei welchen die Basis dieselbe bleibt und nur die Säure wechselt.

7) Die Haloidsalze des Kaliums, nämlich KCl, KBr und KJ befolgen das Volta'sche Spannungsgesetz.

Sämmtliche Reagentien, welche zur Prüfung der Sätze angewandt wurden, waren chemisch rein. Die geringste Verunreinigung reicht hin, Ausnahmen von diesen Gesetzen zu bedingen.

Die Messung der thermoelektrischen Kraft bei den Elektrolyten sollte hauptsächlich die Frage entscheiden, ob diejenigen Elektrolyte, welche unter einander dem Spannungsgesetze gehorchen, dies auch in thermoelektrischer Hinsicht thun. Hr. Wild führt den Nachweis für einige Glieder einer dieser Gruppen, nämlich der neutralen schwefelsauren Salze. Er hat die thermoelektrischen Kräfte der Elektrolyte dadurch gemessen, dafs er sie zu compensiren suchte durch eine Maafsthermokette, deren Wirkung er durch Veränderung in der Temperatur der Löthstellen verändern konnte. Die Maafskette bestand aus 20 Kupfer-Neusilberelementen, deren jedes in UForm gebogen war. Die Schenkel der einzelnen Elemente waren, um dem Ganzen mehr Halt zu geben, durch Löcher eines gefirnifsten Brettchens gesteckt. Die beiden Zinkenreihen der Kette tauchten in zwei mit Oel gefüllte Gefäfse. Das Oel des einen Gefäfses wurde durch Röhren, welche vom Wasserdampf durchzogen wurden, erwärmt. In jedem Gefäfs befand sich ein Rührer, damit die Temperatur für jedes Element dieselbe blieb. Diese thermoelektrische Kette und der Apparat mit den Elektrolyten wurden in den Draht des Galvanometers in entgegengesetztem Sinne eingeschaltet; und man

liefs die Temperaturen in beiden Gefäfsen so variiren, dafs die beiden elektromotorischen Kräfte sich das Gleichgewicht hielten. Rechnung und Versuche ergaben, dafs die thermoelektrische Kraft von Kupferneusilber nicht nur mit wachsender Temperaturdifferenz der Löthstellen in einem höheren Grade als proportional derselben wächst, sondern auch bei gleicher Temperaturdifferenz für absolut höhere Temperaturen gröfser ist als für niedrigere. Das Gesetz der Proportionalität der thermoelektromotorischen Kräfte zur Temperaturdifferenz der Löthstellen ist also in der That nur für sehr kleine Temperaturdifferenzen streng gültig [1]).

Die Resultate der Messungen waren folgende:

1) Die thermoelektromotorische Kraft ist auch bei den Elektrolyten annähernd proportional der Temperaturdifferenz der Berührungsstellen. Die letztere stieg bei den Versuchen höchstens auf 50° C.

2) Eine homogene Flüssigkeitssäule giebt, wenn sie an irgend einer Stelle erwärmt wird, keinen thermoelektrischen Strom, selbst dann nicht, wenn die Temperaturvertheilung von der erwärmten Stelle aus nach beiden Seiten hin eine unsymmetrische ist; ebenso ist kein Strom bemerkbar, wenn man plötzlich eine warme und kalte Lösung desselben Salzes in Berührung bringt.

3) Eine Thermokette aus einer concentrirten und einer verdünnten Lösung desselben Salzes giebt einen zwar schwachen, aber doch noch mefsbaren Strom, welcher an der erwärmten Grenze von der letzteren zur ersteren geht.

4) Die thermoelektromotorische Kraft der Elektrolyte nimmt (scheinbar) mit fortschreitender Diffusion der Lösungen ab.

5) Diejenigen Elektrolyte, welche je unter einander dem Spannungsgesetze folgen, sind demselben auch in thermoelektrischer Beziehung unterthan.

6) Die thermoelektromotorische Kraft der Salzlösungen wächst im Allgemeinen mit abnehmender Concentration einer derselben.

7) Diejenigen Elektrolyte, welche unter einander nicht dem Spannungsgesetze folgen, thun dies auch nicht in thermoelektrischer Hinsicht.

[1]) Berl. Ber. 1853. p. 380.

Die folgende Tabelle giebt die Werthe der von Hrn. Wild gemessenen thermoelektrischen Kräfte; als Einheit gilt ein Tausendtel der elektromotorischen Kraft eines Daniell'schen Elementes.

Kette.	Temperatur-differenz.	Elektr. Kraft.
Kupfer-Neusilber.	bei 100°	1,108
Wismuth-Kupfer	- 100	6,26
Wismuth-Antimon (gegossen)	- 100	10,03
Schwefelsaures Kupferoxyd (1,10) und schwfelsaures Kali (1,07)	- 100	6,34
Schwefelsaures Kupferoxyd (1,10) und verdünnte Schwefelsäure (1,05) . . .	- 100	26,70
Zink und schwefelsaures Zinkoxyd (1,12)	- 100	70-100.

Fr.

W. Beetz. Einige Bemerkungen über das elektromotorische Gesetz. Pogg. Ann. CIV. 305-309†.

In einer kurzen Notiz berichtigt Hr. Beetz einige falsche Deutungen, welche frühere Arbeiten des Verfassers über das Spannungsgesetz in der oben besprochenen Abhandlung von Wild erfahren haben. Wir verweisen in Betreff derselben auf die Originalaufsätze. *Fr.*

A. Matthiessen. On the thermoelectric series. Proc. of Roy. Soc. IX. 97-100; Pogg. Ann CIII. 412-428†; Arch. d. sc. phys. (2) II. 309-310; Ann. d. chim. (3) LIV. 251-254†; Phil. Trans. CXLVIII. 369-381; Inst. 1858. p. 410-410.

Hr. Matthiessen giebt in der angeführten Abhandlung die thermoelektromotorischen Kräfte an von meist chemisch reinen Metallen und Legirungen in Berührung mit Silber, bezogen auf die thermoelektromotorische Kraft eines Kupfersilberelementes als Einheit. Es wurde, um dies Verhältnifs zu finden, eine Schliefsung gebildet aus einer Kupfersilberkette von einer bestimmten Anzahl von Paaren, einer Combination des zu untersuchenden Metalles mit Silber, und einem Multiplicatorgewinde, das einen mit einem Spiegel versehenen Magnetstab umgab. Zwei passend angebrachte

Commutatoren erlaubten den Strom in dem Multiplicator umzukehren und die Thermoketten entweder so zu verbinden, dafs sie einander entgegenwirkten, oder so, dafs sie einander verstärkten. Aus den vier Gleichgewichtsstellungen, die den vier möglichen Stellungen der Commutatoren entsprachen, liefs sich leicht das Verhältnifs der elektromotorischen Kräfte der beiden Ketten berechnen. Die Erregung der Thermoketten geschah durch erwärmtes Wasser. So wurde z. B. eine Thermokette, die gebildet war aus einem aus künstlichem Wismuth geprefstem Drahte und Silber, verglichen mit einer aus fünf Elementen zusammengesetzten Thermokette von Silber und Kupfer. Die Temperatur der kalten Löthstellen war 7,6° C., die der warmen 24,0°. C. Es ergab sich das Verhältnifs der elektromotorischen Kräfte beider Ketten 7,163. Zwei andere Versuche ergaben dasselbe Verhältnifs 7,164 und 7,159. Das Mittel aus diesen drei Werthen ist 7,162. Hieraus folgt, dafs die elektromotorische Kraft der Wismuth-Silberkette 35,81 mal so grofs ist, als die einer Kupfersilberkette. Dieses so gefundene Verhältnifs nennt der Verfasser die thermoelektrische Zahl für Wismuth. Es mögen auch die thermoelektrischen Zahlen der anderen untersuchten Metalle hier folgen:

Wismuth (rein, geprefster Draht)	+32,91
Legirung von 32 Theilen Wismuth und 1 Theil Antimon	+29,06
Wismuth (rein, gegossen)	+24,96
Wismuthkrystall (axial)	+24,59
Wismuthkrystall (äquatorial)	+17,17
Kobalt No. 1	+ 8,977
Kalium (in Röhren gegossen)	+ 5,492
Argentan (käuflicher Draht, hartgezogen) .	+ 5,240
Nickel (käuflich, frei von Kobalt, aber Eisen enthaltend)	+ 5,020
Kobalt No. 2	+ 3,748
Palladium (hartgezogener Draht)	+ 3,560
Natrium (in Röhren gegossen)	+ 3,094
Quecksilber (in Röhren eingeschmolzen) . .	+ 2,524
Aluminium (hartgezogener Draht)	+ 1,282

Magnesium (gepreſster Draht)	+ 1,175
Blei (rein, gepreſster Draht)	+ 1,029
Zinn (rein, gepreſster Draht)	+ 1,000
Kupfer No. 1 (käuflicher Draht, weich, enthielt eine kleine Menge Zink, Zinn, Blei und Nickel)	+ 1,000
Kupfer No. 2	+ 0,922
Platin (käuflicher Draht)	+ 0,723
Gold (hartgezogener Draht)	+ 0,613
Iridium	+ 0,163
Antimon (rein, gepreſster Draht).	+ 0,036
Silber (rein, hartgezogener Draht)	+ 0,000
Gaskohle (aus der Heidelberger Gasfabrik) .	— 0,057
Zink (rein, gepreſster Draht)	— 0,208
Kupfer (galvanisch niedergeschlagen) . . .	— 0,244
Kadmium (rein)	— 0,332
Antimon (käuflich, gepreſster Draht) . . .	— 1,897
Strontium (gepreſster Draht)	— 2,028
Lithium (gepreſster Draht)	— 3,768
Arsen (rein)	— 3,828
Calcium (gepreſster Draht)	— 4,260
Eisen (Clavierdraht No. 4)	— 5,218
Antimon (axial)	— 6,965
Antimon (äquatorial)	— 9,435
Rother Phosphor	— 9,600
Antimon (rein, gegossen)	— 9,871
Legirung von 12 Theilen Wismuth und 1 Theil Zinn, gegossen	— 13,670
Legirung von 2 Theilen Antimon und 1 Theil Zink gegossen	— 22,700
Tellur (rein, gegossen)	—179,800
Selen	—290,000.

Das oben beschriebene Verfahren konnte nur zur Anwendung kommen, wenn die Metalle sich in Form von Drähten oder Stäben erhalten lieſsen; war dies nicht der Fall, so geschah die Untersuchung auf folgende Weise: Ein fast cubisches Kupferblechgefäſs *A* wurde mit warmem Oel gefüllt; ein zweites Gefäſs *B*

von derselben Form und Substanz, aber in zwei Theile getheilt durch eine beide Theile gegeneinander isolirende Kautschuckplatte, enthielt in beiden Theilen kaltes Oel. Zwischen die Kasten *A* und *B* wurden zwei Stücke der zu untersuchenden Substanzen geklemmt, je ein Stück an jedem Theil des Kastens *B*. An die beiden Hälften von *B* waren Kupferdrähte gelöthet, die zum Multiplicator führten. So beobachtete man dieselbe Wirkung als wenn beide zu untersuchenden Substanzen in unmittelbarer Berührung mit einander erwärmt worden wären. *Fr.*

Becquerel. Du thermomètre électrique et de son emploi pour la détermination de la température de l'air, et celle de la terre et des végétaux. C. R. XLVII. 717-721†.

Hr. Becquerel benutzt ein elektrisches Thermometer (Thermoelement) zur Untersuchung der Temperaturen da, wo mit einem gewöhnlichen Quecksilberthermometer weniger leicht zu beobachten ist. Es gestattet sein elektrischer Thermometer auf $\frac{1}{10}$° C. genau die Temperatur zu bestimmen. Ein Ahornbaum von 0,4^m Durchmesser wurde 0,055^m unter der Rinde auf seine Temperatur untersucht; es zeigte sich, dafs die mittlere Temperatur des Baumes im Monat August dieselbe war, wie die mittlere Temperatur der Luft in einer Höhe von 16^m über dem Erdboden. Das Maximum der Wärme zeigte sich während dieses Monats in der Luft (mit einem Quecksilberthermometer gemessen) um 3 Uhr, in dem Ahornbaum zwischen 6 und 10 Uhr Abends. Der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum betrug in der Luft 6,14°, im Ahorn 3,08. Ferner zeigten sich im September

	Die mittleren Temperaturen.	Das Maximum.	Die Unterschiede zwischen d. Maximum u. Minimum.
in der Luft	17,67°	um 3 Uhr	7,86°
im Ahorn	16,80	- 6 -	3,86
		im October	
in der Luft	11,78°	um 2 Uhr	8,34°
im Ahorn	11,98	- 6 -	3,82

Die mittlere Temperatur im Ahornbaum und in der Luft

war also fast dieselbe, der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum der Wärme aber im Innern des Baumes etwa die Hälfte von demselben Unterschied in der Luft.

Der Verfasser hat darauf die Temperatur im Innern eines Pflaumenbaumstammes verglichen mit der Wärme, die ein todter Stamm, neben den lebenden gestellt, also unter denselben äufseren Bedingungen, erkennen liefs. Die Angaben des elektrischen Thermometers waren zu gleichen Zeiten dieselben [1]). Die Blätter eines Feigenbaums gaben dieselbe Wärme an, wie die umgebende Luft. Ein Pflaumenbaum, der an einer zwei Meter dicken Mauer stand, und so durch die directen Sonnenstrahlen, und die von der erwärmten Mauer ausgehenden Wärmestrahlen erwärmt wurde, zeigte vom 2. bis 11. September eine mittlere Temperatur von 20,94° in einer Tiefe des Stammes von 0,15^{m}, während ein in der Luft hängendes Quecksilberthermometer 18,70° angab. Das Maximum der Wärme im Baum war um 2,45^{h} in der Luft um 3 Uhr zu erkennen. Der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum der Temperatur im Baumstamm betrug 13,07°, in der Luft nur 8,5°. Diese Differenz stieg im Innern des Baumes an einzelnen Tagen bis auf 25°. Durch Einhüllen des Baumstammes in Weifsblech oder in Stroh wurde die starke Steigerung der Wärme im Innern des Baumes verhindert.

Hr. Becquerel hat auch mittelst des elektrischen Thermometers die Wärme des fliefsenden Wassers in der Tiefe untersucht. Er fand, dafs auch hier Aenderungen wie in der Temperatur der umgebenden Luft vor sich gehen, und dafs das Sinken der Wasserwärme am Abend seinen Grund hat in der Erkaltung der oberen Schichten durch Ausstrahlung, die oberen Wassertheilchen sinken dann vermöge ihrer gröfseren Dichtigkeit nach unten. Das Innere einer massiven Mauer zeigte im Allgemeinen eine höhere Wärme als die Luft. *Fr.*

[1]) Vergl. Schübler, Pogg. Ann. X. 581. Ferner Dutrochet, Inst. 1839. p. 308.

VERDET. Note sur un passage du mémoire „sur les propriétés electrodynamiques des métaux" par M. W. THOMSON. Ann. d. chim. LIV. 120-124†.

Hr. VERDET sieht sich veranlafst, den von THOMSON gebrauchten Ausdruck der „elektrischen Fortführung der Wärme im Sinne des positiven oder negativen Stromes" noch besonders zu erläutern (vergl. Berl. Ber. 1854. p. 472, 1856. p. 423). *Im.*

F. DE LA PROVOSTAYE. Études sur le thermomultiplicateur ou appareil de NOBILI et MELLONI. Ann. d. chim. (3) LIV. 129-196†.

Hr. DE LA PROVOSTAYE behandelt ausführlich die Theorie des Thermomultiplicators. Hinsichtlich des Galvanometers geht derselbe von der Voraussetzung aus, dafs die Windungen genau rechteckig und parallel sind, und dafs die Pole der Nadel auch im Maximum der Ablenkung nicht über die Ebene der äufsersten Windungen hinaustreten. Er zeigt, dafs man unter diesen Voraussetzungen ohne merklichen Fehler die ablenkende Wirkung auf jeden Pol als normal zur Ebene der Windungen und von der Länge der Nadel unabhängig betrachten darf. Die Summation der Wirkungen der einzelnen Windungen für verschiedene Ablenkungen der Nadel führt zur theoretischen Graduirung des Instruments. Die numerische Rechnung, welche unter Annahme bestimmter Dimensionen des Multiplicators durchgeführt wird, ergiebt das Resultat, dafs man bei Ablenkungen bis zu 34° die Stromintensität mit einem nur geringen Fehler der Tangente des Ablenkungswinkels proportional annehmen darf.

Für die Erwärmung der thermoelektrischen Säule unter Einflufs einer constanten Wärmestrahlung findet Hr. DE LA PROVOSTAYE den Ausdruck des Temperaturüberschusses u über die Temperatur der Umgebung zur Zeit t:

$$u = A\left(1 - \frac{2}{\pi} \cdot e^{-ct} \int_0^\infty \frac{e^{-ctv^2} dv}{1+v^2}\right).$$

In demselben bezeichnet A einen der Intensität der Wärmestrahlung proportionalen Factor und c eine von der Wärmeleitungsfähigkeit der die Thermosäule bildenden Metalle abhängige

Constante. Nach Aufhebung der Wärmestrahlung hat man während der Dauer des Erkaltens

$$u = Ae^{-ct} \cdot \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{e^{-ctv^2} dv}{1 + v^2} .$$

Es folgt aus diesen Ausdrücken, 1) dafs die Erwärmung und Erkaltung in gleichen Zeiträumen erfolgt und dieselben Perioden durchläuft, 2) dafs der Temperaturüberschufs nach einer beliebigen Zeit proportional ist der Intensität der Wärmestrahlung.

Es wird bei der weiteren Behandlung vorausgesetzt, dafs die Stromintensität J in jedem Augenblick dem Temperaturüberschufs u proportional sei, und für u selbst wird als Annäherung der Ausdruck

$$u = A\,(1 - e^{-ct})$$

angenommen. Die allgemeinen Resultate würden im Wesentlichen nicht geändert werden, wenn man den vollständigen Ausdruck für u anwendete.

Nach diesen Prämissen ist es möglich, die Bewegung der astatischen Nadel unter Einflufs des thermoelektrischen Stromes zu behandeln.

Die auf die Nadel wirkenden Kräfte, wenn eine Wärmestrahlung auf die Vorderfläche der Thermosäule fällt, sind

1) Die Wirkung des Stromes, senkrecht zum magnetischen Meridian (oder zur Ebene der Windungen) $= M\,(1 - e^{ct})$. Bei der Ablenkung ϑ ist ihre auf der Richtung der Nadel senkrechte Componente $M\,(1 - e^{ct}) \cos \vartheta$.

2) Die Componente der Wirkung des Erdmagnetismus auf das astatische System $G\,(\mu - \mu') \sin \vartheta$.

3) Die Torsion des Fadens, welche vernachlässigt werden kann.

4) Der Widerstand der Luft und die dämpfende Wirkung der Kupferscheiben, welche der Geschwindigkeit proportional gesetzt werden dürfen.

Daraus ergiebt sich die Differentialgleichung für die Bewegung der Nadel, deren Trägheitsmoment ω und deren Länge l sei:

$$\omega \frac{d^2\vartheta}{dt^2} + 2\lambda \frac{d\vartheta}{dt} + lG(\mu - \mu') \sin \vartheta = lM(1 - e^{-ct}) \cos \vartheta .$$

Diese Gleichung läfst sich integriren unter der beschränken-

den Voraussetzung, dafs ϑ so klein sei, dafs man ohne merklichen Fehler $\sin\vartheta = \vartheta$, $\cos\vartheta = 1$ setzen könne. Die Discussion des Integrals führt zu folgenden Resultaten: 1) Die Stromintensität, also die Intensität der Wärmestrahlung, ist ohne Einflufs auf die Schwingungsdauer. 2) Der erste Ausschlag der Nadel ist ebenso wie die schliefsliche Ablenkung der Intensität der Wärmestrahlung proportional; die Vergleichung der ersten Ausschläge giebt also dasselbe Resultat wie die der schliefslichen Ablenkungen; dasselbe gilt von je zwei Ausschlägen gleicher Ordnungszahl in beiden Versuchen. — Für Ausschläge, die so grofs sind, dafs obige Voraussetzungen nicht mehr zulässig bleiben, ist eine empirische Graduirung der Skala erforderlich.

Die Discussion des Integrals zeigt ferner, dafs bei gewissen Verhältnissen der Constanten des Apparats, insbesondere der Constante λ, welche die Dämpfung ausdrückt, und der Constante c, von welcher die Geschwindigkeit abhängt, mit welcher die Temperatur der Thermosäule sich einer festen Grenze nähert, der Fall eintreten kann, dafs überhaupt keine oscillatorische Bewegung der Nadel stattfindet, sondern dafs dieselbe, indem die Geschwindigkeit periodisch zu- und abnimmt, ohne jemals ihr Zeichen zu wechseln, sich ihrer stabilen Gleichgewichtslage annähert.

Wird die Wärmestrahlung unterbrochen, nachdem die Nadel ihre Gleichgewichtslage angenommen hat, so kehrt dieselbe durch eine Reihe von Schwingungen in die Ruhelage zurück, während die Thermosäule erkaltet. Aus dem früher über den Gang der Erwärmung und Erkaltung Gesagten läfst sich folgern, dafs die auf einander folgenden Ausschläge der Nadel, bezogen auf ihre abgelenkte Gleichgewichtslage, genau dieselben sind und in derselben Reihenfolge auf einander folgen, wie die Ausschläge während der Erwärmung, bezogen auf die ursprüngliche Ruhelage der Nadel.

Die Resultate der Theorie bezüglich auf die Unabhängigkeit der Schwingungsdauer von der Stromintensität, auf die Gröfse der auf einander folgenden Ausschläge und ihr Verhältnifs zur schliefslichen Ablenkung, endlich der zuletzt ausgesprochene Satz

über die Ausschläge während des Erkaltens, werden durch Versuche bestätigt, welche mit der Rechnung sehr wohl übereinstimmen. *Im.*

---

31. Elektrische und galvanische Lichterscheinungen.

B. W. Feddersen. Contribution to the knowledge of the electric sparc. Phil. Mag. (4) XVI. 503-516. Siehe Berl. Ber. 1857. p. 333.

A. de la Rive. Ueber die Rotation des elektrischen Lichtes um die Pole eines Elektromagneten. Pogg. Ann. CIV. 129-135†; Phil. Mag. XV. 463-466; Z. S. f. Naturw. XII. 250-251.

— — Note sur l'influence du magnétisme sur les décharges électriques. Arch. d. sc. phys. (2) II. 34-37; Ann. d. chim. LIV. 238-242; C. R. XLVI. 926-928.

P. Riess. Elektroskopische Wirkung der Geissler'schen Röhren. Pogg. Ann. CIV. 321-325†; Ann. d. chim. LIV. 249-250; Z. S. f. Naturw. XII. 319-320.

— — Ueber die Beschaffenheit der elektrischen Funkenentladung in Flüssigkeiten. Pogg. Ann. CVI. 56-83†; Berl. Monatsber. 1858. p. 551-577; Arch. d. sc. phys. (2) IV. 154-173; Inst. 1859. p. 112-116.

Dove. Ueber den Unterschied der prismatischen Spectra des am positiven und negativen Pol im luftverdünnten Raum hervortretenden elektrischen Lichts. Berl. Monatsber. 1858. p. 171-175; Pogg. Ann. CIV. 184-188†; Phil. Mag. XVII. 79-80; Arch. d. sc. phys. (2) III. 191-193; Z. S. f. Naturw. XII. 318-319.

Quet et Séguin. Note sur la stratification de la lumière électrique. C. R. XLVII. 964-967†; Phil. Mag. (4) XVII. 190-112.

Gassiot. On the stratifications and dark bands in electrical discharges as observed in Torricellian vacuums. Proc. of Roy. Soc. IX. 146-150; Phil. Trans. CXLVIII. 1-16†; Phil. Mag. XVI. 306-308; Inst. 1858. p. 421-422; Athen. 1858. II. 456.

Gassiot. On induced electrical discharges when taken in aqueous vapour. Athen. 1858. II. 456-456; Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 26-26.

W. R. Grove. On the striae seen in the electrical discharge in vacuo. Phil. Mag. (4) XVI. 18-22†; Ann. d. chim. LIV. 443-444; Arch. d. sc. phys. (2) III. 85-87; Cimento VIII. 190-191.

Plücker. Ueber die Einwirkung des Magneten auf die elektrischen Entladungen in verdünnten Gasen. Pogg. Ann. CIII. 88-106, 151-157†; Arch. d. sc. phys. (2) I. 367-370; Phil. Mag. (4) XVI. 119-135; Ann. d. chim. LIV. 243-248; Cimento VIII. 102-104.

— — Fortgesetzte Beobachtungen über die elektrische Entladung durch gasverdünnte Räume. Pogg. Ann. CIV. 113-128†; Arch. d. sc. phys. (2) III. 190-191; Phil. Mag. XVI. 408-419; Z. S. f. Naturw. XII. 476-477; Cosmos XIII. 307-309.

— — Ueber einen neuen Gesichtspunkt, die Einwirkung des Magneten auf den elektrischen Strom betreffend. Pogg. Ann. CIV. 622-630†; Ann. d. chim. LV. 241-245; Arch. d. sc. phys. (2) III. 409-410; Cosmos XIII. 432-436.

— — Fortgesetzte Beobachtungen über die elektrische Entladung. Pogg. Ann. CV. 67-84†; Arch. d. sc. phys. (2) IV. 84-88.

Die genannten Arbeiten beziehen sich alle auf die elektrische Entladung in verdünnten Gasen, und es soll deshalb hier im Zusammenhange über dieselben referirt werden, weshalb auch hier schon die Arbeit von Riess (Pogg. Ann. CVI. 56-83) angeführt ist, obgleich noch besonders über dieselben referirt werden mufs, da sie sich noch mit andern Erscheinungen beschäftigt.

Hauptsächlich ist das Auftreten des geschichteten Lichtes studirt worden, und es haben sich einige Hauptresultate ergeben, die wir voranstellen.

Die Schichtung des Lichtes tritt nur bei einer bestimmten Stromintensität auf, ist also wie diese von der Verdünnung des Gases und der elektromotorischen Kraft abhängig. Die Grenzen der Stromintensität, innerhalb welcher die Schichtung auftritt, sind bis jetzt nicht festgestellt.

Das Licht geht von der positiven Elektrode von einem Punkte aus und verbreitet sich von dort bis auf Längen von 1^m und

mehr nach der Seite der negativen Elektrode hin. — Es ist von der negativen Elektrode durch einen dunklen Raum getrennt, der eine Länge von 1^{mm} bis zu 1^{dm} erhalten kann. — Das positive Licht nennt Hr. Plücker das eigentlich elektrische Licht, da es sich bei der Einwirkung eines Magneten wie ein vom elektrischen Strom durchflossener Draht verhält. — Die negative Elektrode wird in einigen Gasen glühend; das Licht geht von allen ihren nicht isolirten Punkten aus, Metalltheilchen werden seitlich von ihr abgerissen, und bis zur einschliefsenden Gefäfswand geschleudert, so dafs sich dort ein Metallspiegel bildet. Diese Theilchen erhalten sich unter dem Einflusse eines Magneten, gleichviel ob das Metall der Elektrode para- oder diamagnetisch ist, wie kleine Magneten, die sich zu magnetischen Curven ordnen.

Die Analyse durch das Prisma zeigt, dafs das Licht der positiven Elektrode, also das elektrische Licht, nur von der Natur des Gases abhängt; und wenn auch bei einer und derselben Substanz die Farbe für das Auge wechselt, so bleibt das Spectrum dieser Substanz unverändert, nur die Intensitäten der einzelnen Farben ändern sich. — Bei zusammengesetzten Gasen findet eine Zersetzung statt, denn das Spectrum ist zusammengesetzt aus den Spectren der constituirenden Gase. — Es folgt ferner daraus, dafs es kein eigentliches elektrisches Licht, welches kein materielles Substrat hätte, geben kann, da sich sonst in allen Gasen ein gemeinsames Spectrum finden müfste, was nicht der Fall ist. — Auch das Gas selbst, oder Bestandtheile desselben, verbinden sich mit den Elektroden.

Wir stellen, indem wir zu den Einzelheiten übergehen, voran die Theorie der Entstehung des geschichteten Lichtes wie sie Riess gegeben hat, da sie die meisten Thatsachen gut erklärt. Luft ist immer ein schlechter Leiter für continuirliche Entladung, auch wenn sie verdünnt ist; setzt man ein anderes Gas oder Dampf zu, so wird sie besser leitend für continuirliche Entladung. Bei einer gewissen Mischung beobachtet man Intermittenzstellen wie bei durchströmten dünnen Metalldrähten, hier ist abwechselnd discontinuirliche und continuirliche Entladung. Das Anlegen eines Leiters an das einschliefsende Glasgefäfs bewirkt, dafs die elektrischen Theilchen hier angezogen werden

und das Medium an dieser Stelle dichter wird, daher die scheinbare Anziehung des Lichtes und schärfere Ausbildung der Schichten. Der Magnet bewirkt auch eine Verminderung des Querschnittes des in der Röhre eingeschlossenen Gases, daher die schärfere Schichtung und das Auftreten von Licht, wo vorher kein Licht gesehen wurde. Bei manchen Gasen kann aber das Leitungsvermögen durch die Anziehung so verbessert werden, dafs nur continuirliche Entladung stattfindet, und die Schichtung ganz aufhört, zuweilen auch das Leuchten überhaupt.

Die Erklärung der Intermittenzstellen denkt sich Riess nun so: durch einen ersten Funken, der von der positiven Elektrode ausgeht, wird Luft nach allen Seiten fortgeschleudert und eine dichtere Schicht gebildet, die nun die Elektricität continuirlich leitet und nicht leuchtet, dann kommt wieder eine dünne Schicht, welche mit Funken übersprungen wird, die wieder eine dichtere Schicht bildet etc. In dem dunklen Raume werden die Lufttheilchen von der Glimmelektrode mechanisch fortbewegt; wirkt auf sie ein Magnet, so werden sie festgehalten und nun erst von der Entladung durchbrochen.

Was die Glasröhren, durch welche die Entladung vorgenommen wird, anbetrifft, so werden die Geissler'schen Röhren mit Hülfe der Luftpumpe gefüllt und verdünnt, wobei der Druck höchstens bis auf 1^{mm} sinkt; Hr. Gassiot bereitet seine Röhren, indem er das Toricelli'sche Vacuum in ihnen herstellt entweder auf dem gewöhnlichen Wege, wobei das Quecksilber in der Röhre gekocht wird, oder nach der Weber'schen Methode, wobei das Kochen vermieden und das gereinigte Quecksilber durch Luftverdünnung in die Röhre geleitet wird. Diese Röhren bieten den Vortheil, dafs man den luftleeren Raum verlängern oder verkürzen kann, indem man das absperrende Quecksilber zum Steigen oder Sinken bringt. — Hr. Gassiot nahm die Entladung auch in einem Wasserhammer vor, und bemerkte dabei, dafs nachher die Flüssigkeit darin nicht durch die Wärme der Hand zum Kochen gebracht werden konnte.

Die elektrischen Ströme, welche durch die Röhren hindurchgeleitet wurden, rührten entweder her von einem Inductionsstrome, dessen Enden mit eingeschmelzten Metalldrähten in

Verbindung gebracht wurden, oder von der Elektrisirmaschine, oder von der Leydnerflasche. Hr. Gassiot versah seine Röhren zum Theil mit vier Elektroden, um zwei Ströme hindurchleiten zu können, und etwaige Interferenzwirkungen aufzufinden, die aber nicht beobachtet wurden.

Der Einfluſs der Intensität des Stromes auf die Schichtung ist vielfach nachgewiesen, das Vacuum in den Gassiot'schen Röhren muſste beinahe vollständig sein, wenn die Schichtung auftreten sollte, sonst zeigte sich nur continuirliches Licht; bei Benutzung der Elektrisirmaschine dürfen nur kleine Funken überschlagen (Riess); bei der Entladung einer Leydnerflasche muſs ein nasser Faden eingeschaltet werden (Riess, Quet und Séguin). Grove zeigt, daſs durch Einschaltung eines Funkenmessers in die Schlieſsung einer Inductionsspirale die Schichtungen je nach der Länge der Luftstrecke verschwinden und wieder erscheinen. Hr. Gassiot weist nach, daſs auch der Schlieſsungsfunke des Inductionsapparates geschichtetes Licht liefert, wenn man nur den Hauptsstrom gehörig stark macht. — Er zeigt ferner, daſs beim Aufsteigen des Quecksilbers in seinen Röhren die Schichtung verschwindet, und sich zuletzt auf der positiven Quecksilberelektrode Ringe bilden.

Fast von allen Beobachtern ist es bemerkt, daſs durch Annähern und Anlegen von Leitern an die Röhren die Schichten verändert werden. Riess und Gassiot zeigen zunächst, daſs die durchströmte Gassäule Influenzelektricität erzeugt, Riess verfährt so, daſs er einen beweglichen Stanniolstreifen um die Röhre legt und ihn mit einem Säulenelektroskop durch einen Mittelfaden verbindet, das Stannioloxyd momentan ableitend berührt, und dann die Divergenz des Goldblatts beobachtet. Es zeigt sich, daſs in der Röhre die freie Elektricität so vertheilt ist wie auf einer feuchten Schnur, durch die man eine galvanische Säule schlieſst, positiv an der positiven Elektrode, negativ an der negativen, und zwischen beiden eine Stelle, wo keine Influenz auftritt, am schwächsten ist sie in der Nähe des dunklen Raumes. Nähert man nun einen Leiter der Elektricität, eine Metallscheibe oder die Hand, so ist es natürlich, daſs an dieser Stelle die Influenz stärker wird. Beim Berühren wird dann die

Influenzelektricität zweiter Art abgeleitet, es wird daher bei discontinuirlichen Strömen nach der berührten Stelle ein Hinströmen der Elektricität stattfinden, und bei der Unterbrechung des Stromes ein Entladen der angesammelten Elektricität. Es ist auch klar, daſs beim Anlegen der Elektroden des Inductionsapparates an zwei belegte Stellen der Röhre bei jedem Oeffnungsstrom in der Röhre ein Doppelstrom entstehen muſs. Diese Doppelströme sind auch von allen beobachtet (Gassiot, Quet et Séguin, Plücker).

Quet et Séguin bringen nur einen Pol des Inductionsapparates mit einer Elektrode in Verbindung, während die andre Elektrode und der andre Pol des Apparates isolirt sind, die Schichtung ist dann schwach; beim Umfassen der Röhre ohne Berührung zieht sich dann das Licht zur Axe zusammen, berührt man, so werden die Schichten deutlicher, und in der Nähe des Leiters tritt der dunkle Raum auf. Beim Umfassen der Röhre mit der Hand oder mit einem Stanniolstreifen kann man ferner das geschichtete Licht in den dunklen Raum hineinziehen, wenn die Hand sich nach der negativen Elektrode hinbewegt, die Schichten bewegen sich nach der positiven Elektrode, wenn der Leiter dorthin bewegt wird (Quet et Séguin, Gassiot, Riess).

Was die Einwirkung des Magneten auf das Licht in den Geissler'schen Röhren anbetrifft, so zeigte de la Rive, daſs es den elektromagnetischen Gesetzen gemäſs zu continuirlichen Drehungen um einen Magneten gebracht werden kann. Zu diesem Zwecke wird in das philosophische Ei ein weicher Eisencylinder befestigt, und derselbe mit einer isolirenden Hülle umgeben. Das innere nicht isolirte Ende bildet dann die Elektrode, während das äuſsere Ende auf einen starken Elektromagneten gesetzt werden kann. Im Innern des Eies ist der isolirte Cylinder an seiner untern Basis mit einer Metallfassung umgeben, zu welcher die andere Elektrode geführt wird. Der Strom geht also von dem obern Ende des Magneten in der Richtung der Axe über den isolirten Magneten bis zu der Metallfassung; wird nun das weiche Eisen magnetisch, so rotirt dieser Lichtstreifen um den Magneten herum ganz nach den elektromagnetischen Gesetzen. Am ausführlichsten hat Hr. Plücker die Einwirkungen des Mag-

neten auf das Licht in den Geissler'schen Röhren studirt. — Er stellt zwei Gesetze auf, durch welche sich sämmtliche Erscheinungen erklären lassen; 1) wenn auf einen vollkommen biegsamen Leiter, durch welchen ein elektrischer Strom geht, beliebige magnetische Kräfte wirken, so kann Gleichgewicht nur dann bestehen, wenn jedes Element des Leiters so gerichtet ist, daſs die magnetische Wirkung verschwindet, d. h. wenn der Leiter die Form einer magnetischen Curve annimmt; 2) wenn der vollkommen biegsame Leiter unter der Einwirkung des Magneten auf einer gegebenen Oberfläche im Gleichgewichte sein soll, so muſs die Richtung der auf jeden Punkt des Leiters wirkenden Kraft mit den Normalen der Oberfläche in diesem Punkte zusammenfallen. Hr. Plücker nennt epipolisch magnetische Curve auf einer Oberfläche den geometrischen Ort der Punkte eines vollkommen biegsamen Leiters, in welchen das Element der durch dieselben gehenden magnetischen Curven in die gegebene Oberfläche fällt.

Hr. Plücker unterscheidet nun das elektrische und das magnetische Licht, ersteres geht vom positiven Pol bis zum dunklen Raum nach der negativen Elektrode, es verhält sich unter dem Einfluſs des Magneten wie ein von Elektricität durchströmter Draht, es wird angezogen und abgestoſsen ganz nach den elektromagnetischen Gesetzen, und alle Veränderungen der Lage erklären sich nach den beiden vorher angeführten Gesetzen, das Licht wird hier intensiver, die Schichtungen feiner, und bei vielen Gasen beobachtet man ein auffallendes Wogen und Spritzen des Lichtes in verschiedenen Farben. — Das Licht an der negativen Elektrode verhält sich wie aus magnetischen Theilchen bestehend, es gruppirt sich zu magnetischen Curven, die von jedem nicht isolirten Punkte der Elektrode bis zur Wandung gehen; es ist ganz gleich, von welcher Beschaffenheit die metallische Elektrode ist, ob para- oder diamagnetisch, stets verhalten sich die Theilchen paramagnetisch. Die nähere Beschreibung muſs der Leser im Original nachsehen, sie läſst sich unmöglich im kurzen Auszuge geben. Dieses magnetische Licht ist nicht polarisirt. Die Glaswand bedeckt sich an den Stellen, wo sie von dem magnetischen Licht getroffen wird, mit Metalltheilchen,

und wird hier oft ganz schwarz. Um diese Schwärzung zu vermeiden, überzieht Geissler die Elektrode so mit einer Glashülle, dafs dieselbe noch über den Draht hinausragt, und dafs der Lichtstrom erst durch diese hohle Glasröhre hindurchgehen mufs, und sich in ihr die Metalltheilchen ablagern.

Das Glas der Geissler'schen Röhren leuchtet unter dem Einflufs des innern elektrischen Lichtes in fluorescirendem Lichte, was am deutlichsten wird, wenn man die Röhre mit einer zweiten umgiebt, welche mit fluorescirenden Flüssigkeiten umgeben ist, die dann ihrerseits das ihnen angehörige Fluorescenz-Licht zeigen. Hr. Plücker fand, dafs auf dieses Licht der Magnet keinen Einflufs hat.

Zu höchst interessanten Resultaten hat die Untersuchung des Lichtes in den Geissler'schen Röhren durch das Prisma geführt. Hr. Dove fand bedeutende Unterschiede an dem negativen und positiven Pole; ob das Nordlicht eine den hier vorkommenden ähnliche Erscheinung sei, dürfte das Prisma hiernach mit entscheiden helfen. Am negativen Pol nämlich zeigte sich im blauen Lichte ein breiter schwarzer Streifen, ein zweiter gleich breiter an der Grenze des Blau und Grün, ein sehr schmaler an der Grenze des Gelb, keiner im Roth. Der positive Pol gab ein continuirliches Violett und Blau, mehrere schmale Striche im Grün, einen sehr schwarzen Strich an der Grenze des Gelb, und einen schmalen dunklen Streifen mitten im Roth. Wendet man Elektroden von anderer Form und anderem Material an, so stellen sich die Erscheinungen so dar, als wenn dem negativen Licht etwas positives, und dem positiven etwas negatives beigemischt ist, immer sind die einzelnen Spectra verschieden.

Wieder am ausführlichsten hat die Untersuchung mit dem Prisma Hr. Plücker ausgeführt, und gezeigt, dafs sich aus den Spectren die Natur des Gases, welches allein die Entladung vermittelt, erkennen läfst. Metalltheilchen gehen nämlich nur von der negativen Elektrode nach der Glaswand. — Es wurden drei Röhren mit Wasserstoffgas, Arsenwasserstoffgas und Antimonwasserstoffgas gefüllt und dann evacuirt, alle drei gaben im elektrischen Lichte nur das Spectrum des Wasserstoffgases;

offenbar in Folge einer Zersetzung, bei der im Lichtstrome sich vom Arsen und Antimon keine Spur mehr findet.

Zur prismatischen Analyse werden Röhren angewendet, die einen innern Durchmesser von etwa 0,6ᵐᵐ haben, eine Röhre war so construirt, dafs sie durch einen Hahn in zwei Theile getheilt werden konnte, so dafs jede Hälfte für sich eine Röhre vorstellte, und auch beide zu einer vereinigt werden konnten, sie war so gebogen, dafs ein Theil jeder Hälfte in ein und dieselbe gerade Linie fiel, und so zwei verschiedene Gase ihre Spectren übereinander gelagert zeigten. Die Spectren wurden durch ein Flintglasprisma und Fernrohr beobachtet. Das Spectrum des Wasserstoffs reducirt sich auf drei leuchtende Linien, eine blendend rothe am äufsersten Ende des Spectrums, eine grünlich blaue und eine wenig helle violette.

Im Spectrum des Stickgases finden sich alle Farben, im Rothen, Orange und Gelb sind 15 dunkelgraue feine Linien in fast gleichem Abstande von einander; ein schwarzer Streifen ist zwischen Gelb und Grün, dies ist durchzogen von ganz feinen gleich weit entfernten Linien. Dann folgen zwei hellblaue Streifen, durch schwarze Streifen getrennt, den Schlufs machen neun scharf begränzte violette Streifen, die mit dunklen abwechseln.

Die Kohlensäure liefert sechs helle Streifen, wodurch fünf Räume vom Roth bis zum Violett, der fünfte ist blau und der sechste violett, dann folgen noch drei violette Streifen, welche zwei schwarze und einen violetten Raum einschliefsen. Der erste rothe Streifen verlor, nachdem der Strom lange hindurch gegangen war, fast seine ganze Helligkeit; das neue beobachtete Spectrum stimmt mit dem des Kohlenoxydes überein; an der Röhrenwand lagert sich Platinoxyd ab, und die Röhre nähert sich dem Vacuum, und es verschwindet das weniger brechbare Licht.

In einem Gemenge von zwei Gasen treten beide Spectren übereinander gelagert auf.

Das Spectrum des Ammoniakgas ist gebildet aus der Uebereinanderlagerung der Spectren des Wasserstoffs und Stickstoffs. — Der Sauerstoff zeigt zwei schmale glänzende Streifen an der Gränze des Spectrums und in Orange, der rothe Streifen reicht etwas über den des Wasserstoffs hinaus. Es bildet sich

rothgelbes Platinoxyd, das sich auf der Glaswand niederschlägt, dabei geht das Licht vom Rothen ins Grüne, dann durchs Blaue zum röthlich Violetten, zuletzt erlischt das Licht fast ganz, wenn es gelingt, den Sauerstoff ganz rein darzustellen. — Würde der leere Raum auch ein Spectrum liefern, so müfste dies allen gemein sein, da ein solches gemeinsames nicht beobachtet wird, so mufs man aus dem Erlöschen und aus dem Fehlen eines gemeinsamen Spectrums schliefsen, dafs der leere Raum das elektrische Licht nicht leitet.

Beim Stickoxyd sah man anfangs das Spectrum des Stickgases mit dem des Sauerstoffs, zuletzt nur des Stickgases allein. Salpetrige Säure zeigte das Spectrum des Stickoxydes und zuletzt des Stickgases.

Das Spectrum des Wasserdampfs zeigte nur das des Wasserstoffs, da der Wärmestoff durch frühes Hindurchleiten schon verschwunden war.

In Röhren, welche nach der Gassiot'schen Methode bereitet sind, und die nur Luft enthalten, hört der Strom bald auf; leitet man nun Influenzströme hindurch, so erscheint er wieder, und nun läfst sich auch der Hauptstrom wieder hindurchleiten, verschwindet aber auch bald wieder. Dieser Versuch läfst sich dann mehrere Mal wiederholen. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Elektrodenmetall, und der Stickstoff leitet nicht genug.

Plücker stellt die angegebenen Resultate in diesen drei Sätzen zusammen: Gewisse Gase (Sauerstoff, Chlor, Brom- u d Joddampf) verbinden sich mehr oder weniger langsam mit dem Platin der negativen Elektrode, und die resultirenden Verbindungen lagern sich auf die umgebende Glaswandung ab. Wenn die Gase rein sind, nähert man sich einem absoluten Vacuum, Gase, die aus zwei einfachen zusammengesetzt sind, fallen in ihre einfachen Bestandtheile auseinander. Wenn die Gase aus Sauerstoff und einer festen einfachen Substanz zusammengesetzt sind, so findet die vollständige Zersetzung durch den Strom nur langsam statt, indem der Sauerstoff zum Platin der negativen Elektrode geht. *P.*

Zantedeschi. Influence du magnetisme sur les décharges électriques et mouvement rotataire de l'arc lumineux. C. R. XLVI. 1225-1226†.

Der Verfasser reklamirt in dieser Notiz seine Priorität auf die Entdeckung diamagnetischen Einflusses auf das elektrische Licht. *P.*

Fabbri dott. Ruggero. Osservazioni microscopiche sulla scintilla elettrica. Atti de nuovi Lincei XI. 16-18; Cimento VII. 182†; Phil. Mag. (4) XVI. 77-78; Arch. d. sc. phys. (2) II. 58-61.

Hr. Fabbri beobachtet den elektrischen Funken zwischen dünnen Elektroden unter dem Mikroskop und findet, dafs er aus einzelnen gekrümmten Lichtlinien besteht, welche unter mehr oder weniger spitzen Winkeln mit ihren Enden zusammenstofsen und deshalb eine scheinbar gezackte Linie bilden. Die Neigung der Linien verschwindet, wenn die Elektricität stark und die Pole nahe sind. Bringt man zwischen beide Pole einen dichteren Isolator z. B. Olivenöl so erscheinen die Neigungen wieder. Das Licht erscheint bei starker Intensität weifs, bei schwacher violett. Die Breite ist im Mikroskop viel geringer als sie dem unbewaffneten Auge erscheint. Von dem Funken läfst sich noch unterscheiden eine Aureole, welche von der Natur der Metalle abhängt und am schönsten erscheint, wenn man Messingdraht mit Olivenöl bedeckt anwendet. *P.*

Riess. Ueber die Beschaffenheit der elektrischen Funkenentladung in Flüssigkeiten. Berl. Monatsber. 1858. p. 551-577; Pogg. Ann. CVI. 56-83; siehe oben p. 406.

Es wird in diesem Aufsatze die Abhängigkeit der Funkenentladung in Flüssigkeiten von der Ladung der Batterie und der Entfernung der Elektroden nachgewiesen. Zu diesem Zwecke werden die Elektroden eines Batterieschliefsungsdrahtes in eine Flüssigkeit geleitet, und die Erwärmung des Drahtes bei der Entladung durch das Luftthermometer gemessen. Es wurden zunächst isolirte Platindrähte zu Elektroden gewählt, von denen

nur eine Scheibe von $\frac{1}{8}$ Linie Durchmesser frei blieb, zur Flüssigkeit wurde Kochsalzlösung gewählt in die auf 815 Theile Wasser 1 Theil Kochsalz kam. Wird nun die Batterie mit immer steigender Elektricitätsmenge gefüllt, so nimmt die Wärme mehr zu als die Wärmeformel angiebt, woraus der Verfasser schliefst, dafs die Funkenentladung in eine stärkere übergegangen ist. Dasselbe fand sich, wenn eine und dieselbe Elektricitätsmenge durch Verminderung der Flaschenzahl zu gröfserer Dichtigkeit concentrirt wurde. Blieb die Dichtigkeit (Elektricitätsmenge durch Flaschenzahl) ungeändert, so war die Erwärmung der Formel gemäfs.

Wurden zu Elektroden ein Draht und eine Kugel gewählt, so waren die Erscheinungen wie vorher, wenn der Draht positive Elektrode ist; ist der Draht negative Elektrode, so nimmt die Erwärmung mit steigender Elektricitätsmenge erst zu, fällt dann zu einem Minimum herab, und steigt dann wieder. Dies wurde beobachtet in einer Kochsalzlösung von 0,124 Procent Kochsalz, wenn die Elektroden $\frac{1}{2}$ bis 1 Linie entfernt waren.

Um den Einflufs der Entfernung der Elektroden nachzuweisen, wurden einmal zwei Messingplatten $13\frac{1}{4}$ Linien breit und $15\frac{1}{2}\frac{7}{4}$ Linien lang in Kochsalzlösung einander parallel gegenübergestellt; die Erwärmung nimmt dann mit der Länge der Flüssigkeitsschicht zwischen den Elektroden ab. Wurden dann kleinere Elektroden gewählt, so befolgte die neue geringere Wärme auch die Wärmeformel. Wurden dann aber Scheiben von $1\frac{1}{8}$ Linien Durchmesser gewählt, so folgten die Erwärmungen nicht mehr dem Gesetze, und es erschienen Funken an den Elektroden.

Wurden in Glas eingeschmelzte Drahtelektroden gewählt, so nahmen die Erwärmungen wieder mit der Entfernung ab, und bei Anwendung von Draht und Kugelektrode zeigte die negative Drahtelektrode immer die geringere Erwärmung.

Riess zeigt ferner, dafs die Entladungen mit schwacher Erwärmung eine geringere mechanische Wirkung hervorbringen, als die stark evacuirenden; z. B. wurde eine isolirende Röhre aus gefirnifstem Papier, die Draht und Kugel umgab, bei positiver Drahtelektrode aufgeschlitzt, bei negativer blieb sie unversehrt.

Bei schwacher Entladung erscheint der Funke an beiden

Elektroden, wenn diese zwei Linien entfernt waren, die Mitte der Flüssigkeit blieb dunkel. In Kochsalzlösung ist der Funke gelblich, in destillirtem Wasser roth. Bei starker Funkenentladung ist die ganze Flüssigkeitsmasse weifsleuchtend.

Riess nimmt an, dafs bei der schwachen Entladung in Flüssigkeiten, discontinuirliche Entladung nur in der Nähe der Elektroden stattfindet, bei den starken durch die ganze Flüssigkeitsmasse, und dafs dann, wie in Metalldrähten, sich Intermittenzen bilden, in um so gröfserer Zahl, je gröfser die Erwärmung ist.

P.

---

32. Allgemeine Theorie der galvanischen Kette.

J. Bosscha. Het behoud van arbeitsvermogen in den galvanischen stroom. Eene voorlezing voorgedragen in het natuurkundig gezelschap te Utrecht; Leyden 1858. p. 1-119*.

Ein populärer Vortrag über das Princip der Erhaltung der Arbeit im Allgemeinen und seine Anwendung auf den galvanischen Strom. In einer der erläuternden Anmerkungen ist eine schätzenswerthe Zusammenstellung der bisherigen Bestimmungen des Wärmeäquivalents beigefügt, welche oben benutzt worden ist (siehe unter „Theorie der Wärme" p. 351). *Im.*

J. Bosscha. Ueber die mechanische Theorie der Elektrolyse. Fortsetzung. Pogg. Ann. CIII. 487-521†, CV. 396-424†; Arch. d. sc. phys. (2) VII. 137-150.

Marié-Davy et Troost. Mémoire sur l'emploi de la pile comme moyen de mésure des quantités de chaleur développées dans l'acte des combinaisons chimiques. C. R. XLVI. 748-750†; Ann. d. chim. (3) LIII. 423-432†.

— — Détermination par la pile des quantités de chaleur produites dans l'acte de la combinaison du chlore avec les métaux. C. R. XLVI. 936-939†.

Im Berl. Ber. 1857. (p. 400) ist darüber berichtet worden,

wie Hr. Bosscha die mechanische Theorie der galvanischen Kette auf die Bestimmung der absoluten elektromotorischen Kraft der Daniell'schen Kette angewendet hat und dafs die nach absolutem Maafs ausgeführte Messung ein Resultat ergeben, welches mit der Bestimmung der durch Reaction eines Aequivalents Zink auf Kupfervitriol erzeugten Wärmemenge durch Favre und Silbermann sehr wohl im Einklang stand. In der gegenwärtigen Abhandlung werden dieselben Principien zunächst auf die Elektrolyse des Wassers angewendet. Es wird, was wesentlich ist, vorher bemerkt, dafs die aus der mechanischen Theorie der Kette abgeleiteten Werthe der elektromotorischen Kraft nur mit den Resultaten solcher Messungen vergleichbar sind, bei welchen ein Strom die Kette wirklich durchläuft. Auszuschliefsen ist also z. B. die Compensationsmethode von Poggendorff, bei welcher der Strom durch eine entgegengesetzte elektromotorische Kraft vernichtet wird. Die Abweichung der Resultate dieser Methode von denen der Ohm'schen Methode führt zu der Consequenz, dafs die Spannung der Pole der offenen Kette von anderen Umständen abhängt, als die elektromotorische Kraft, welche man erhält, wenn den Rheomotor ein Strom durchläuft.

Man kann die Frage aufwerfen, ob zur elektromotorischen Kraft der Kette alle in derselben vorkommenden chemischen Reactionen beitragen, oder ob nur die Vereinigungen und Zersetzungen der Oxyde die elektromotorische Kraft bedingen. Im letzteren Sinne hat sich Faraday ausgesprochen. Beide Ansichten wären mit der mechanischen Theorie der Kette unvereinbar; im letzteren Fall müfste man annehmen, dafs die Verbindung des Oxyds mit der Säure eine locale Wärmeentwickelung zur Folge hätte. Die in der früheren Abhandlung gefundenen Zahlen entscheiden jedoch zu Gunsten der ersten Ansicht.

Dagegen stellt sich heraus, dafs bei der Elektrolyse des Wassers in der That eine locale Wärmeentwickelung stattfindet, wodurch eine scheinbare Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung herbeigeführt wird. Multiplicirt man nämlich das elektrochemische Aequivalent des Wasserstoffs (siehe den vorigen Jahresbericht) mit der von Favre und Silbermann gefundenen Verbrennungswärme eines Gramms Wasserstoff, d. i. 34462 Wär-

27*

meeinheiten, so erhält man das elektrothermische Aequivalent der Zersetzung = 0,03590. Der Versuch ergiebt aber die Schwächung der elektromotorischen Kraft durch Einschaltung des Wasserzersetzungsapparats $p = 2{,}32$ DANIELL'schen Elementen. Multiplicirt man diese Zahl 2,32 mit dem elektrothermischen Aequivalent der DANIELL'schen Kette, so erhält man die Zahl 0,05726; ähnliche Resultate ergeben die Messungen von RUFF, LENZ und SAWELJEW u. s. w. Der Unterschied dieser Zahl von der obigen ist zu grofs, als dafs er seinen Grund in Beobachtungsfehlern haben könnte.

Hr. BOSSCHA erklärt demselben durch den Umstand, dafs Wasserstoff und Sauerstoff sich im activen Zustand, als $\overset{\circ}{H}$ und $\overset{\circ}{O}$ ausscheiden, so dafs man nach THOMSON's Bezeichnungsweise (Berl. Ber. 1853. p. 355) hätte:

$$(H\,.\,O) = 0{,}03590,$$

aber

$$(\overset{\circ}{H}\,.\,\overset{\circ}{O}) = 0{,}05726.$$

Der Unterschied

$$(\overset{\circ}{H}\,.\,\overset{\circ}{O}) - (H\,.\,O) = (\overset{\circ}{H}) - (H) + (\overset{\circ}{O}) - (O)$$

repräsentirt die Wärmemenge, welche durch Uebergang eines elektrochemischen Aequivalents Wasserstoff und Sauerstoff aus dem activen in den gewöhnlichen Zustand entwickelt wird. Aus Versuchen von HOUZEAU[1]) scheint zu folgen, dafs dieser Uebergang gröfstentheils schon beim Durchgange der Gase durch die Flüssigkeit geschieht, wobei also eine Erwärmung der Flüssigkeit stattfinden würde. Die Erfahrung lehrt ferner, dafs die Polarisation mit der Stromdichtigkeit an den Elektroden wächst, und dafs sie für verschiedene Metalle verschiedene Werthe zeigt. Hr. BOSSCHA erklärt dies dadurch, dafs der Uebergang von $\overset{\circ}{O}$ und $\overset{\circ}{H}$ in O und H theilweise schon unmittelbar an der Oberfläche der Elektroden stattfindet, und dafs dieser Theil des Ueberganges keine locale Wärmeentwickelung bewirkt, sondern zur Verstärkung der elektromotorischen Kraft des Stromes beiträgt; danach wird im Allgemeinen die Schwächung der elektromotorischen Kraft durch den Wasserzersetzungsapparat dargestellt durch den Ausdruck

[1]) POGG. Ann. XCIX. 165.

$$(H.O) + \alpha(\dot{O} - O) + \beta(\dot{H} - H),$$

wo α und β zwei echte Brüche sind, welche nach der Natur der Elektroden und selbst der Flüssigkeit, je nachdem z. B. eine verdünnte Säure oder eine alkalische Lösung angewendet wird, verschiedene Werthe haben und im Maximum sich dem Grenzwerth 1 annähern können.

Hr. Bosscha bemüht sich, den Antheil an dieser Verstärkung der Polarisation, welche von der Entwickelung jedes der beiden Gase für sich herrührt, getrennt zu bestimmen, und benutzt dazu besonders Verbindungen der mannigfaltigen Combinationen, deren elektromotorische Kräfte durch Lenz und Saweljew experimentell bestimmt worden sind. Uebrigens ist die Anomalie schon von Thomson bei Vergleichung der elektromotorischen Kraft der Daniell'schen und der Smee'schen Kette bemerkt worden. Hr. Thomson sucht die zu geringe elektromotorische Kraft der Smee'schen Kette dadurch zu erklären, dafs er einen besonderen chemischen Widerstand annimmt, daraus entspringend, dafs der Wasserstoff genöthigt sei, sich an einer Platte zu entwickeln, welche eine chemische Verwandtschaft zum Sauerstoff habe, und dafs jedenfalls an der negativen Platte der Smee'schen Kette eine Wärmeerzeugung stattfinde, die der Stromintensität proportional sei [1]). Durch Combination der Versuche von Lenz und Saweljew erhält Hr. Bosscha für verschiedene Elektroden, in welchen die Wasserstoffentwicklung stattfindet, folgende Werthe:

	$(H.O)+\beta(\dot{H}-H)$.	$\beta(\dot{H}-H)$.
Platin	0,04703	0,01113
Eisen	0,04806	0,01216
Kupfer	0,05164	0,01574
Zinn	0,05717	0,02127
Quecksilber	0,06547	0,02957
Zink	0,06556	0,02966.

Der Wärmeverlust durch Entwickelung von Sauerstoff an der positiven Elektrode ist fast Null, wenn diese aus einer Substanz besteht, welche die Eigenschaft hat, $\dot{O}$ in O zu verwandeln, z. B. Kohle, an Platin wäre $\alpha(\dot{O} - O) = 0{,}01369$ nach

[1]) Berl. Ber. 1850, 51. p. 789.

den Versuchen von Lenz und Saweljew oder = 0,01031 nach denen von Bosscha. Es knüpfen sich daran Betrachtungen über die von mehreren Physikern gefundene ungleiche Erwärmung des Elektrolyten an der positiven und negativen Elektrode. Dafs die Erwärmung an der positiven Elektrode immer gröfser sei, wird als irrthümlich bezeichnet und das Gegentheil durch directe Versuche in solchen Fällen nachgewiesen, wo sich nach den vorhergehenden Bemerkungen über den Einflufs der Sauerstoff- und Wasserstoffentwickelung eine gröfsere Erwärmung der negativen Elektrode voraussehen liefs, nämlich 1) wenn der Sauerstoff sich mit der positiven Elektrode oder dem Elektrolyte verbindet, 2) wenn der Sauerstoff sich an einer Elektrode von Kohle entwickelt, 3) wenn die negative Platte aus Kupfer Zinn, Quecksilber oder Zink besteht. In den beiden ersten Fällen fällt die locale Wärmeentwickelung an der positiven Elektrode in Folge des Ueberganges von $\overset{\circ}{O}$ in O ganz fort, im dritten Fall überwiegt die Wärmeentwickelung an der negativen Elektrode, welche vom Uebergang von $\overset{\circ}{H}$ in H herrührt.

Der nächstfolgende Abschnitt der Abhandlung des Hrn. Bosscha enthält eine specielle Discussion der Becquerel'schen Säurekalikette, deren elektromotorische Kraft jedenfalls nicht in der Zersetzung des Wassers, wie Faraday meint, sondern in der Verbindung der Säure mit dem Alkali ihren Grund hat. Aufser dieser Verbindung sind natürlich die übrigen in der Kette stattfindenden je nach der Natur der Elektroden verschiedenen chemischen Processe mit in Betracht zu ziehen, sowie der Einflufs der Gasentwickelung an den Elektroden. Ob aber die elektromotorische Kraft der Kette, wie Hr. Bosscha annimmt, z. B. für die Combination Pt, Kali — M, Schwefelsäure durch die Formel

$$-\alpha(\overset{\circ}{O}-O)+(KO\,.\,SO_3)-(H\,.\,O)-\beta(\overset{\circ}{H}-H)$$

dargestellt wird, wo α und β die dem Platin und dem negativen Metall entsprechenden Bruchwerthe sind, möchte zweifelhaft erscheinen, da ein elektrolytischer Vorgang, in welchem die durch die Zeichen $(KO\,.\,SO_3)$ und $-(H\,.\,O)$ angedeuteten Processe in der Weise, wie es die Formel verlangt, neben einander stattfinden, bei dem also ein Aequivalent schwefelsaures Kali gebildet

und ein Aequivalent Wasser zersetzt wird, nicht wohl denkbar ist. Der stattfindende Procefs wird vielmehr etwa durch folgendes Schema dargestellt werden

$$M \left\{ \begin{array}{ll|ll|ll|ll|ll|ll} & SO_3 & & SO_3 & & SO_3 & K & O & K & O & K & O- \\ H & O & H & O & H & O & & HO & & HO & & HO \end{array} \right\} Pt$$

woraus, abgesehen von der Gasentwicklung andrer Elektroden, die elektromotorische Kraft

$$(K \,.\, O \,.\, SO_3) - (H \,.\, O \,.\, SO_3) - (H \,.\, O \,.\, KO)$$

folgen würde. Die mannigfaltigen hierher gehörigen Combinationen, welche von Lenz und Saweljew untersucht worden sind, gaben Hrn. Bosscha Gelegenheit, die Voraussagungen der Theorie entweder direct durch den Versuch zu bestätigen, oder wo sich scheinbare Abweichungen finden, den Grund derselben aufzusuchen.

Den Beschlufs bildet eine allgemeinere Betrachtung des Gesetzes der elektromotorischen Kräfte, welches von Lenz und Saweljew in folgender Form aufgestellt worden ist: Wenn eine Volta'sche Anordnung MF mit einer andern $M_1 F_1$ eine elektromotorische Kraft K liefert und mit einer dritten $M_2 F_2$ eine elektromotorische Kraft K_1, so wird die der Combination $M_1 F_1 - M_2 F_2$ ausgedrückt sein durch $K - K_1$. Lenz und Saweljew haben selbst dieses Gesetz nur mit einer gewissen Einschränkung angewendet, indem sie aufser der eigentlichen elektromotorischen Kraft noch „die Polarisation der Metalle in den Gasen" besonders in Rechnung bringen. Um die erstere isolirt zu erhalten, ziehen sie die letztere von dem beobachteten Werthe ab, und nur auf den so erhaltenen Werth wird das obige Gesetz angewendet. Hr. Bosscha zeigt nun und erläutert durch zahlreiche specielle Beispiele die Bedeutung, welche der Gaspolarisation nach der Auffassungsweise der mechanischen Theorie der Kette zukommt, und weist nach, mit welchen Restrictionen das Gesetz von Lenz und Saweljew in Uebereinstimmung mit der Theorie anwendbar bleibt.

Gleichzeitig mit der Arbeit des Hrn. Bosscha haben die Herren Marié-Davy und Troost die Säurekalikette zum Gegenstand einer Experimentaluntersuchung gemacht, und es ist zu bedauern, dafs die von ihnen gewonnenen Versuchsresultate noch

nicht von Hrn. Bosscha benutzt werden konnten. Der Zweck der genannten Physiker ist, durch die Messung elektromotorischer Kräfte die bei chemischen Verbindungen, zunächst von Säuren mit Alkalien, entwickelten Wärmemengen indirect zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurde, wenn möglich, aus den Substanzen, deren Verbindungswärme bestimmt werden sollte, eine Kette gebildet, und deren elektromotorische Kraft auf die gebräuchliche Weise mittelst der Tangentenboussole durch Hinzufügung constanter Widerstände gemessen. Zur Reduction auf absolutes Maafs diente die Vergleichung mit einer Smee'schen Kette, deren absolute elektromotorische Kraft aus der durch Favre und Silbermann ermittelten Wärmemenge berechnet werden konnte, welche durch Auflösung eines elektrochemischen Aequivalents Zink und Schwefelsäure erzeugt wird. (Leider stimmt nach Thomson und Bosscha aus den oben angegebenen Gründen grade bei der Smee'schen Kette der auf diese Weise berechnete Werth der absoluten elektromotorischen Kraft nicht mit dem direct beobachteten überein). War es nicht thunlich, aus den zu verbindenden Substanzen selbst eine Kette zu bilden, so wurde statt dessen die Verminderung der elektromotorischen Kraft bestimmt, welche im Schliefsungsbogen einer constanten Kette durch Einschaltung einer Zersetzungszelle hervorgebracht wurde. Zur Controlle wurden häufig beide Methoden nach einander angewendet.

Säure und Alkali wurden in verdünnten wäfsrigen Lösungen, durch eine poröse Scheidewand getrennt, angewendet. Mit zwei Platinelektroden in beiden Flüssigkeiten erhielt man immer zu schwache Ströme (in Folge der entgegenwirkenden Polarisation der Elektroden), auch sollte die Entwickelung von freiem Sauerstoff, die leicht zu secundären Reactionen Anlafs giebt, vermieden werden. Es wurde daher die Combination Zink, Alkali-Säure, platinirtes Platin angewendet und die von der Oxydation des Zinks und Auflösung des Zinkoxyds in Alkali herrührende elektromotorische Kraft in Abzug gebracht. Mit Rücksicht auf die Modificationen, welche die Berechnung der Versuche durch die Resultate der obigen Abhandlung von Bosscha erleiden möchte, ist es sehr zu bedauern, dafs die Herren Marié-Davy und Troost

ihre unmittelbaren Versuchsresultate nicht mittheilen, sondern nur die berechneten Resultate, bei deren Berechnung, um dieselben mit den calorimetrischen Messungen von Favre und Silbermann in Uebereinstimmung zu bringen, gewisse, den Versuchen dieser Physiker entnommene Constanten in Anwendung gebracht sind. Die Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt, in welcher jedesmal die erste Spalte die von Marié-Davy und Troost, die zweite die von Favre und Silbermann mittelst des Calorimeters bestimmten Werthe enthält:

Verbindungswärme von 1 Aequivalent Säure mit 1 Aequivalent Basis [1]).

	Kali		Natron		Ammoniak		Zinkoxyd	
	Kette	Calorimeter	Kette	Calorimeter	Kette	Calorimeter	Kette	Calorimeter
Schwefelsäure	16000	16083	16100	16120	14500	13694	10246*	10246
Salpetersäure	15500	15510	15300	15283	13700	—	8323*	8323
Kieselflufssäure	13600	—	12800	—	13100	—		
Chlorwasserstoffsäure	15800	15656	15400	15273	14100	13536	10000	8307
Jodwasserstoffsäure	15500	15698	14900	15091	12900	—		
Bromwasserstoffsäure	15500	15510	15000	15159	—	—	7300	
Oxalsäure	14200	14156	14000	13752	13500	—	10800	
Weinsteinsäure	13400	13425	—	12651	11200	12649	8300	
Essigsäure	13900	13973	13500	13600	12800	—	7800	
Citronensäure	13700	13658	13300	13178	13100	—	7600	
Ameisensäure	12500	—	13300	13308	10800	—	6900	
Borsäure	—	—	—	—	5500	—	—	
Zinkoxyd	3800*	—	4000*	—	3500*	—	—	

[1]) Die in der ersten Notiz in den C. R. enthaltenen Zahlenwerthe weichen zum Theil nicht unerheblich von dieser den Ann. d. chim. entnommenen Tabelle ab.

Die mit * bezeichneten Werthe sind mit Hülfe der Versuche von FAVRE und SILBERMANN bestimmt und haben zur Bestimmung der Constanten gedient, nach denen die übrigen Versuche berechnet sind.

Bei Salpetersäure war eine besondere Vorsichtsmaafsregel nothwendig, indem die Entwickelung von Wasserstoff an der Platinplatte zur Bildung von salpetersaurem Ammoniak hätte Anlafs geben können. Es wurde daher die Combination: „Zink, Alkali — Salpetersäure — salpetersaures Quecksilberoxydul, Platin" angewendet, in welcher anstatt Wasserstoff Quecksilber niedergeschlagen wurde. Die der Zersetzung des Quecksilbersalzes entsprechenden Constante wurde mittelst der oben mit * bezeichneten Zahl 8323 bestimmt, die den Versuchen von FAVRE und SILBERMANN entnommen ist. Die Resultate zeigen, die Verbindungen der Chlorwasserstoffsäure ausgenommen, befriedigende Uebereinstimmung mit den Versuchen von FAVRE und SILBERMANN. Der Grund der gröfseren Abweichung bei dieser Säure ist den Verfassern unbekannt geblieben.

In einer zweiten Abhandlung haben dieselben auf analoge Weise, theils auf dem Wege der Verbindung, theils auf dem Wege der Zersetzung die Verbindungswärme einer grofsen Zahl von Metallen mit Chlor bestimmt. Die Zahlen stimmen hier mit den von FAVRE und SILBERMANN gefundenen weniger gut überein.

Jm.

P. A. FAVRE. Recherches sur les courants hydroélectriques. Quatrième partie. C. R. XLVI. 658-662†; Arch. d. sc. phys. (2) II. 185-191.

— — Recherches sur les courants hydroélectriques; suite. C. R. XLVII. 599-602†; Arch. d. sc. phys. (2) IV. 81-84.

C. MATTEUCCI. Recherches sur les relations des courants induits et du pouvoir mécanique de l'électricité. C. R. XLVI. 1021-1024; Ann. d. chim. (3) LIV. 297-309†; Proc. of Roy. Soc. IX. 321-324.

A. DE LA RIVE. Nouvelles recherches sur le relations de la force électrique et de la chaleur par MM. FAVRE et MATTEUCCI. Arch. d. sc. phys. (2) II. 185-200†.

Hr. FAVRE hat seine calorimetrischen Untersuchungen über

die galvanische Kette (siehe Berl. Ber. 1857. p. 399) fortgesetzt und namentlich den Einfluſs untersucht, welchen die Einschaltung verschiedener „Widerstände" auf die Wärmeentwickelung in der Kette ausübt. Unter Widerständen versteht aber Hr. Favre abweichend vom gewöhnlichen Sprachgebrauch alle Ursachen, welche die Stromintensität, oder eigentlich die Ablenkung der Tangentenboussole zu vermindern im Stande sind, also z. B. auch entgegenwirkende elektromotorische Kräfte, welche von Inductionsströmen oder von der Magnetisirung von Eisenkernen herrühren, ja selbst die Verminderung der Ablenkung der Boussole, welche aus der Discontinuität des Stromes entspringt, wenn in diesem ein Unterbrecher eingeschaltet ist. Alle Widerstände und Leistungen des Stromes, so wie die entwickelten Wärmemengen werden, wie früher, nicht auf die Zeiteinheit, sondern auf die Entwickelung von 1gr Wasserstoff reducirt. In diesem Sinne ist daher Hr. Favre in voller Uebereinstimmung mit andern Physikern, wenn er den Satz ausspricht, daſs die in einem gegebenen Theil des Schlieſsungsbogens entwickelte Wärmemenge proportional ist der Stromintensität, denn allerdings wird in der Zeiteinheit bei doppelter Stromintensität viermal mehr Wärme entwickelt, aber auch doppelt so viel Zink verbraucht werden. Ebenso ist der Satz zu verstehen, daſs die Summe der durch Ueberwindung der Widerstände der Kette erzeugten Wärmemengen ungeändert bleibt, wie man auch die Länge des Schlieſsungsbogens abändern möge.

Hr. de la Rive bemerkt zu der Abhandlung des Hrn. Favre mit vollem Recht, daſs der kurze Abriſs seiner Versuche, welchen der Verfasser giebt, mehrfacher Erläuterungen bedürfte, indem weder die Versuchsmethode, noch die Art der Berechnung der Versuche recht klar zu übersehen ist. Im Allgemeinen ergeben dieselben das keineswegs neue Resultat, daſs die Magnetisirung eines Eisenkerns einen Wärmeaufwand auf Kosten der Kette zur Folge hat. Ueber den Einfluſs einer Inductionsspirale, welcher nicht von gleicher Art zu sein schien, hat sich Hr. Favre weitere Untersuchungen noch vorbehalten. Endlich wird Hr. Favre durch seine Versuche noch zur Annahme eines besonderen Widerstandes geführt, der von der Discontinuität des Stromes herrührt und der ebenfalls eine Verminderung der in der Kette er-

zeügten Wärmemenge zur Folge hat. Jedenfalls schliefst die Art und Weise, wie Hr. FAVRE den Widerstand des Stromunterbrechers mit dem eines Platindrahtes von bestimmter Länge vergleicht, eine grofse Unklarheit ein, denn man kann doch nicht beiden gleichen Widerstand zuschreiben, wenn der durch den Platindraht gehende continuirliche Strom an der Tangentenboussole dieselbe Ablenkung hervorbringt, wie der durch den Unterbrecher gehende discontinuirliche Strom. Der Widerstandsbegriff des Hrn. FAVRE ist wesentlich verschieden von dem anderer Physiker. Gegen den Begriff des Hrn. FAVRE, der Alles, was die Stromstärke vermindert, Widerstand nennt, liefse sich sonst nichts einwenden, wenn nicht die Verwechselung seines Begriffes mit dem sonst üblichen Begriff ihn zu der durchaus irrigen Ansicht veranlafste, dafs die Wärmeentwickelung in verschiedenen Theilen der Kette ihrem Widerstand im FAVRE'schen Sinne proportional sei. Ein Irrthum ähnlicher Art war es, welcher SORET (siehe Berl. Ber. 1857. p. 406) veranlafste, nachweisen zu wollen — natürlich vergeblich — dafs in jedem einzelnen Theil der Kette, der eine äufsere Arbeit leistet, eine dieser äufseren Arbeit äquivalente Verminderung der Wärmeentwickelung stattfinde. Es ist zu verwundern, dafs Hr. DE LA RIVE bei Gelegenheit seiner Besprechung der Versuche von FAVRE und MATTEUCCI nochmals auf diesen durch CLAUSIUS hinreichend aufgeklärten Punkt zurückkommt.

Eine bei Gelegenheit der obigen Versuche gemachte Bemerkung giebt Hrn. FAVRE Veranlassung zu einer weiteren Versuchsreihe, auf welche sich die zweite Notiz in den Comptes rendus bezieht. Der Thatbestand ist, soweit sich ersehen läfst, folgender:

a) Die ganz im Calorimeter eingeschlossene Kette giebt, wenn sie geschlossen wird, für jedes Gramm Wasserstoff 18680 Wärmeeinheiten $= W_a$.

b) Der nach einer bestimmten Einheit gemessene wesentliche Widerstand der Kette — dieses Wort jetzt in der üblichen Bedeutung gebraucht — sei R. Die Kette werde durch eine aufserhalb des Calorimeters befindliche Boussole und einen Platindraht von veränderlicher Länge geschlossen. Der Gesammtwiderstand der

äufseren Schliefsung sei r, die beobachtete Erwärmung des Calorimeters für ein Gramm Wasserstoff $= W_b$.

Daraus schliefst Hr. Favre, dafs die aufserhalb des Calorimeters entwickelte Wärmemenge $= W_a - W_b$ sei und es müfste sein $(W_a - W_b) \cdot \frac{R+r}{r} = W_a$. Dies ist aber nicht der Fall, sondern die so berechnete Gesammterwärmung ist immer kleiner als W_a, und um die Differenz ϱ zu erklären, die von 3200 bis 7300 Wärmeeinheiten wechselt, nimmt Hr. Favre die Existenz einer besondern widerstehenden Arbeit an, welche die verminderte Wärmeentwickelung zur Folge habe. Wo diese widerstehende Arbeit zu suchen sei, darüber enthielt sich Hr. Favre in der ersten Abhandlung jeder Hypothese, in der zweiten wird er „mit Nothwendigkeit zu der Annahme geführt, dafs in der Flüssigkeit der Kette es zwei Arten von Widerständen gebe, einerseits den physischen Leitungswiderstand, andrerseits einen Widerstand, der wahrscheinlich von der Elektrolyse herrühre, eine Unterscheidung, die schon von anderen Physikern, aber in verschiedenem Sinn, aufgestellt sei." Hr. Favre meint wahrscheinlich das, was andre Physiker Polarisation nennen. In der That geht aus den Versuchen von Favre nur Folgendes hervor: Es sei x die Wärmemenge, welche wirklich beim zweiten Versuch in dem Schliefsungsbogen vom Widerstand r entwickelt wird, so ist also $\frac{R+r}{r} \cdot x$ die gesammte durch den Strom entwickelte Wärme. Ist diese nun kleiner als W_a, so folgt daraus, dafs nicht die ganze dem Zinkverbrauch entsprechende Wärmemenge als elektromotorische Kraft der Kette auftritt, sondern dafs in der Kette eine locale Wärmeentwickelung $W_a - \frac{R+r}{r} \cdot x$ stattfindet, die entweder von einem nutzlosen Zinkverbrauch, oder von den Umständen herrührt, die, wie Thomson und Bosscha bemerkt haben (siehe den obigen Bericht p. 418), die Entwickelung von Gasen an den Elektroden begleiten.

Die Versuche des Hrn. Matteucci betreffen zunächst den Einflufs der Geschwindigkeit der Unterbrechungen und der Stärke des Extrastroms auf die magnetischen und elektrolytischen Wir-

kungen des discontinuirlichen Stromes. Der Strom einer Kette von fünf Grove'schen oder zehn Daniell'schen Elementen wurde durch die Drahtrollen eines grofsen Elektromagneten und durch einen Stromunterbrecher geschlossen. Letzterer bestand aus sechs Platinzähnen, die an einer Axe befestigt waren, welche durch ein Uhrwerk mit verschiedenen Geschwindigkeiten umgedreht werden konnte. Die Stromintensität wurde gleichzeitig durch eine Boussole und durch drei verschiedene Voltameter, ein Wasserstoff-, ein Kupfer- und ein Silbervoltameter gemessen. Die Drahtrollen konnten durch einen ausgespannten Messingdraht von gleichem Widerstand ersetzt werden. Jede derselben bestand aus zwei gleichzeitig aufgewickelten, wohl isolirten Drähten. Durch einen derselben wurde der Strom der Kette geleitet, der andre, den wir den Inductionsdraht nennen wollen, blieb etweder offen, oder wurde an sich geschlossen. Hr. Matteucci zieht aus seinen Versuchen folgende Schlüsse:

1) Bei den Versuchen ohne die Drahtrollen blieb die magnetische Wirkung des Stromes annäherungsweise dieselbe, wie grofs auch die Anzahl der Unterbrechungen in 1″ sein mochte; ebenso die auf gleiche Zeitdauer reducirte elektrolytische Wirkung. Die Angaben des Wasserstoff- und Kupfervoltameters zeigten einen kleinen, aber constanten Unterschied.

2) Durch Einschaltung der Drahtrollen wird die Ablenkung der Boussole ebenso wie die elektrolytische Wirkung bedeutend geschwächt. Die Schwächung wächst mit der Umdrehungsgeschwindigkeit des Unterbrechers, also mit der Anzahl der Unterbrechungen. Die magnetische Wirkung erleidet eine stärkere Verminderung, als die elektrolytische, und die Differenz wird um so merklicher, je gröfser die Anzahl der Unterbrechungen.

3) Die entwickelte Wasserstoffmenge ist geringer, als das Aequivalent des niedergeschlagenen Kupfers. Hr. Matteucci sucht den Grund davon in einer theilweisen Wiedervereinigung der Bestandtheile des Wassers.

4) Werden die Inductionsdrähte geschlossen, so nehmen die elektromagnetische und elektrolytische Wirkung bedeutend zu und nähern sich bei geringen Rotationsgeschwindigkeiten dem ohne die Drahtrollen erhaltenen Werthe, jedenfalls in Folge der

Schwächung des Extrastromes, der einen Theil der Wirkungen des Hauptstromes vernichtet.

Hr. Matteucci benutzt ferner die Wärmeentwickelung durch den Inductionsstrom zur Bestimmung des Wärmeäquivalents. Er benutzt dazu einen Elektrometer, dessen Drahtrollen aus zwei gleichzeitig aufgewundenen, wohl isolirten Drähten bestehen, die wir wieder als den Hauptdraht und den Inductionsdraht unterscheiden wollen. Wird der Elektrometer, mit einem gewissen Gewicht belastet, durch einen constanten Strom, der die Hauptdrähte durchläuft, in Bewegung gesetzt, während die Inductionsdrähte offen sind, so macht die Axe eine bestimmte Anzahl von Umdrehungen in 1″, und das Gewicht wird mit einer gewissen Geschwindigkeit gehoben. Schliefst man die Inductionsdrähte, so wird dadurch die Rotationsgeschwindigkeit bedeutend vermindert und um die frühere Geschwindigkeit wiederherzustellen, mufs man das Gewicht durch ein viel kleineres ersetzen. Die Stromintensität, mithin der Zinkverbrauch im Hauptstrom ist dann fast genau wieder derselbe, wie im ersten Fall; die in den Inductionsdrähten entwickelte Wärme ist also das Aequivalent der minder geleisteten Arbeit. Um diese Wärmemenge zu bestimmen, schliefst Hr. Matteucci eine gemessene Drahtlänge des inducirten Kreises in ein Calorimeter ein; aus dem bekannten Widerstandsverhältnifs dieses Drahtstückes zum ganzen Inductionsdraht läfst sich die entwickelte Wärme berechnen. In einem Versuch bestimmte Hr. Matteucci auf diese Weise das Wärmeäquivalent zu 438,96 Kilogrammeter; doch gab die Methode noch nicht hinreichend constante Resultate, wahrscheinlich wegen Ungleichmäfsigkeiten in der Wirkungsweise des Commutators. *Im.*

A. v. Baumgartner. Nachtrag zu meinem Aufsatze: Von der Umwandlung der Wärme in Elektricität. Wien. Ber. XXXII. 157-162†.

Hr. v. Baumgartner sucht seine Ansicht von der Umsetzung der Wärme in Elektricität [1]) gegen die Bedenken zu vertheidigen, welche von Müller in Freiburg dagegen erhoben worden sind.

[1]) Berl. Ber. 1856. p. 343.

Hr. v. Baumgartner meint nämlich, dafs beim Uebergang aus einem gutleitenden in ein schlechtleitendes Metall ein Theil der Elektricität in Wärme und beim Uebergang in das gutleitende die Wärme wieder in Elektricität umgewandelt werde, wogegen Müller angeführt hat, dafs durch jeden Querschnitt des Leiters gleich viel Electricität ströme. Hr. v. Baumgartner sagt nun, es sei nicht die strömende, sondern die statische Elektricität des Drahtes, welche sich in Wärme umsetze, und sucht dies durch eine Argumentation zu beweisen, die wir uns herzusetzen ersparen. Die Ansicht von Favre und andern Physikern, welche sich mit der Wärmeerzeugung durch den galvanischen Strom beschäftigt haben, scheint, nach dem, was Hr. v. Baumgartner darüber sagt, von demselben mifsverstanden worden zu sein.

Im.

Verdet. Note sur un passage du mémoire de M. Wiedemann sur le mouvement des liquides qui s'observe dans le circuit d'une pile voltaïque. Ann. d. chim. (3) LII. 253-255†. Vergl. Berl. Ber. 1856. p. 441.

Hr. Verdet sucht einige Ungenauigkeiten in der Rechnung des Hrn. Wiedemann über die Bewegung der Flüssigkeiten in Capillarröhren nachzuweisen, welche jedoch das Hauptresultat nicht ändern, sondern nur auf den Werth einer Constanten Einflufs haben.

Im.

G. Quincke. Ueber eine neue Art elektrischer Ströme. Berl. Monatsber. 1858. p. 515-516; Pogg. Ann. CVII. 1-47†; Arch. d. sc. phys. (2) VII. 88-89.

Hr. Quincke hat beobachtet, dafs ein elektrischer Strom entsteht, wenn reines Wasser durch einen porösen Körper strömt.

Zwischen den abgeschliffenen Rändern zweier Glasröhren von 25^{mm} Durchmesser ist eine poröse Thonplatte durch Siegellack eingekittet. Beide Glasröhren werden an den offenen Enden enger, um diesen „Diaphragmenapparat" bequemer mit anderen Röhren verbinden zu können. In den Glasröhren befinden

sich zwei Platinelektroden, welche durch in die Wände der Röhren eingeschmolzene Platindrähte mit den Enden eines Multiplicators von 33000 Windungen verbunden werden können. Der Apparat wird mit destillirtem Wasser gefüllt. Wird nun durch Saugen auf der einen oder Druck auf der andern Seite das Wasser in einer bestimmten Richtung durch die Thonwand getrieben, so zeigt der Multiplicator einen Strom an, der in derselben Richtung wie das Wasser durch die Scheidewand geht. Nach Aufhebung des Druckes zeigt sich ein Polarisationsstrom von entgegengesetzter Richtung. Die Platinelektroden wurden, um Ungleichartigkeiten zu vermeiden, vor der Zusammenstellung des Apparates sorgfältig gereinigt. Kleine Ungleichheiten, die sich im Lauf der Versuche einstellten und für sich schon einen Ausschlag des empfindlichen Multiplicators bewirkten, konnten nach der von DU BOIS-REYMOND angegebenen Methode durch eine Zweigschliefsung des Stromes eines DANIELL'schen Elements compensirt werden.

Aufser der Thonplatte wurden zu Diaphragmen gebraucht Seide, Leinwand, Elfenbein, Glas, Sand, Kienen-, Linden-, Eichenholz, Schwefel, Kalk, Graphit, BUNSEN'sche Kohle, Eisen, Platin. Die meisten Körper wurden in Pulverform zwischen zwei Seidenplatten angewendet. Von Seide und Leinwand wurden etwa 30 Lagen über einander gelegt. Von Holz und Elfenbein wurden Sägespähne, von Eisen Feilspähne, Platin als Platinschwamm angewendet.

Der Druck wechselte, je nach der Natur des angewendeten Diaphragmas von $\frac{1}{4}$ bis 3 Atmosphären. Ein geringer Zusatz von Säuren oder Salzlösungen zum destillirten Wasser schwächte den Strom bedeutend, ohne auf seine Richtung Einflufs zu haben. Thonplatten, die einmal mit Säure in Berührung gewesen waren, gaben selbst nach wochenlangem Liegen in destillirtem Wasser nur schwache Wirkung. Zusatz von Alkohol vergröfserte die Ablenkung des Multiplicators. Terpenthinöl, dem Wasser beigemengt, schwächte die Wirkung, wahrscheinlich durch Verstopfung der Poren der Thonplatte.

So viel dem Verfasser bekannt ist, sind diese Thatsachen

neu. Eine von Becquerel [1]) beschriebene Erscheinung ist von wesentlich anderer Natur. Der Versuch von Becquerel, der von Hrn. Quincke wiederholt worden ist, ist folgender: Die beiden Enden des Multiplicatordrahtes werden mit einem Platinschälchen und mit frisch geglühtem Platinschwamm verbunden. Das Schälchen wird mit concentrirter Salpetersäure gefüllt. Im Augenblick, wo man den Platinschwamm eintaucht, zeigt sich ein Strom in der Richtung vom Schwamm zur Säure, welcher nach einiger Zeit in einen entgegengesetzten Polarisationsstrom übergeht. Mit Chlorwasserstoffsäure erhielt Hr. Becquerel zwei Ströme von umgekehrter Richtung. Hr. Quincke hat den Versuch bestätigt und in mehrfacher Weise modificirt, und ist zu der Ansicht gelangt, dafs die dabei auftretenden Ströme theils von der Luftschicht, die der trockene Platinschwamm an seiner Oberfläche condensirt hat, herrühren, wie die von Schröder [2]) beobachteten Ströme, die beim ungleichzeitigen Eintauchen von Platinplatten in destillirtes Wasser entstehen, theils auch ihren Grund in chemischen Wirkungen haben mögen. Uebrigens zeigt der zweite Strom nicht den Charakter eines Polarisationsstromes, indem er oft stärker ist, als der erste, und mehrere Stunden lang anhält.

Hr. Quincke weist durch geeignete Versuche nach, dafs die von ihm beobachteten Ströme nicht von dem verschiedenen Druck herrühren können, unter welchem beide Platinelektroden stehen, dafs sie auch keine Thermoströme sind, die etwa in Folge der Erwärmung des Wassers durch Reibung in den Poren der Scheidewand entstehen könnten — indem viel gröfsere Temperaturungleichheiten des Wassers auf beiden Seiten der Scheidewand, als die in den Versuchen vorkommenden eine kaum merkliche Ablenkung der Multiplicatornadel zur Folge haben.

Es kam darauf an, die Abhängigkeit der erregten Ströme von dem Druck, von der Oberfläche und der Dicke des Diaphragmas und der durchgeflossenen Flüssigkeitsmenge zu bestimmen. Zu dieser Untersuchung diente zunächst ein zweckmäfsig eingerichteter Druckapparat, der die Gröfse des Druckes durch

[1]) Becquerel, Traité de l'électricité II. 94.

[2]) Pogg. Ann. LIV. 80.

die Höhe einer Quecksilbersäule zu messen und längere Zeit hindurch constant zu erhalten erlaubte. Zur Strommessung diente eine äufserst empfindlicher Sauerwald'scher Spiegelmultiplicator mit 10080 Windungen, dessen Empfindlichkeit bei den meisten Versuchen durch eine Nebenschliefsung bedeutend geschwächt werden mufste.

Die verglichenen Thonplatten wurden aus derselben gröfseren Platte geschnitten, planparallel geschliffen und ihre Dicke mittelst eines Cathetometers gemessen. Die durchgeflossenen Wassermengen wurden in calibrirten Büretten gemessen. Es ergab sich, dafs bei längerem Gebrauch die Poren einer Thonplatte sich allmälig verstopften und die in gleichen Zeiten durchgeflossenen Wassermengen abnahmen.

Bei derselben Thonplatte waren die Stromintensitäten und die in der Zeiteinheit durchgeflossenen Wassermengen nahezu dem Druck proportional. Um die elektromotorischen Kräfte verschiedener Platten zu vergleichen, wurde theils die Fechner'sche, theils die Poggendorff'sche Compensationsmethode angewendet. In ersterem Fall wurden also die Stromstärken verglichen, die man erhielt, wenn zwei Diaphragmaapparate bei gleichem Druck einmal in gleichem und dann in entgegengesetztem Sinne geschaltet waren. Es ergab sich, dafs die elektromotorische Kraft von der Dicke und von der Oberfläche der Platten unabhängig war. Wurden zwei Apparate angewendet, in deren einem die Elektroden sich dicht an der Scheidewand, im andern weit von derselben entfernt befanden, so zeigten dieselben natürlich sehr verschiedenen Widerstand, aber gleiche elektromotorische Kraft.

Um den Einflufs der Polarisation, der einige Unsicherheit in die Versuche brachte, zu vermeiden und zugleich die elektromotorische Kraft des Diaphragmaapparats mit der der Daniell'schen Kette zu vergleichen, wurde die Poggendorff'sche Methode in Anwendung gebracht. Zur Compensation der Widerstände diente dabei aufser einem System von Widerstandsrollen, die je einer Meile Telegraphendraht äquivalent waren (Pogg. Ann. CII. 75), ein Rheochord von folgender Einrichtung: Auf einem horizontalen Brettchen ist eine vollkommen gerade 8 bis 900^{mm} lange Glasröhre von 2,5^{mm} Durchmesser befestigt. Im Innern derselben

sind ihrer ganzen Länge nach zwei parallele Platindrähte von 0,0767^{mm} Durchmesser ausgespannt, welche an den Enden in die Wand der Glasröhre eingeschmolzen oder auf andre Weise isolirt nach aufsen geführt werden. Die beiden erweiterten Enden der Glasröhre stehen durch Korke mit zwei Glaskugeln in Verbindung, von denen die eine mit einem Kautschuckrohr versehen ist. In die Glasröhre wird ein Quecksilbertropfen von 12^{mm} Länge gebracht, der durch Blasen oder Saugen an dem Kautschuckrohr verschoben werden kann. Kleine Verschiebungen werden bewirkt, indem man das Kautschuckrohr am Ende verschliefst und durch Zusammendrücken mit den Fingern die Luft in demselben comprimirt. Die Stellung des Tropfens wird an einer auf dem Brett angebrachten Millimetertheilung abgelesen. Da der dünne Platindraht einen Gesammtwiderstand von mehr als einer Meile Telegraphendraht besitzt, so konnte durch dieses Rheochord in Verbindung mit obigen Widerstandsrollen jeder beliebige Widerstand, bis zu 99 Meilen Telegraphendraht hervorgebracht werden. Als Normalwiderstand endlich diente ein um ein Reagenzröhrchen gewundener und in einem zweiten weiteren Reagenzglas eingeschlossener dünner Silberdraht, der in ein Gefäfs mit Wasser getaucht und dadurch auf constanter Temperatur erhalten wurde.

Die nach dieser Methode angestellten Versuche bestätigten im Allgemeinen die früheren Resultate. Die Gleichheit der elektromotorischen Kräfte verschiedener Diaphragmaapparate bei gleichem Druck geht aus den mitgetheilten Zahlen nicht recht hervor. Bei der mitgetheilten Vergleichung zweier Apparate schwankt die elektromotorische Kraft des einen zwischen 182 und 229, die des andern zwischen 152 und 179. Die Ungleichmäfsigkeiten werden durch Verschiedenheit des destillirten Wassers erklärt, indem die geringste Spur einer fremden Beimengung von grofsem Einflufs ist. — Die Vergleichung mit der Daniell'schen Kette gab für einen Druckunterschied von einer Atmosphäre die elektromotorische Kraft

$$e = 0{,}2737 \text{ Daniell'schen Elementen.}$$

Die elektromotorische Kraft ist also nicht unbedeutend und nur in der schlechten Leitungsfähigkeit des destillirten Wassers

liegt der Grund, dafs die auftretenden Ströme so geringe Intensität haben.

Um darüber entscheiden zu können, ob der Strom sofort auftritt, sobald das Wasser durch die Thonplatte zu fliefsen beginnt, wurde, da das Galvanometer wegen der grofsen Schwingungsdauer der Nadel hierzu nicht brauchbar war, der stromprüfende Froschschenkel angewendet. Das Wasser wurde zuerst durch Verschliefsen der Abflufsröhre am Durchfliefsen gehindert. Im Moment des Oeffnens derselben zuckte der Schenkel. Es war nicht möglich, die Röhre so schnell wieder zu schliefsen, und dadurch den Wasserstrom so plötzlich zu unterbrechen, um eine abermalige Zuckung zu erhalten.

Hr. Quincke giebt noch die Beschreibung eines Apparates mit cylindrischem porösen Thongefäfs und möglichst geringem Widerstand, mittelst dessen es möglich ist, die Ströme schon mit einem weniger empfindlichen Multiplicator von etwa 600 Windungen sichtbar zu machen. Als Druckapparat braucht man mit Vortheil eine *U* förmig gebogene Glasröhre mit einem weiten und einem engen Schenkel. Letzterer ist oben geschlossen, mit Luft gefüllt, die durch einen Quecksilbertropfen abgesperrt ist, und dient als Manometer. In den weiten Schenkel sind unten zwei Platinelektroden eingeschmolzen. In denselben wird verdünnte Schwefelsäure gegossen. Das obere Ende ist mit einer Messingfassung versehen und kann mit dem Diaphragmaapparat verbunden werden. Zersetzt man nun das Wasser der verdünnten Säure durch einen galvanischen Strom, so üben die sich entwickelnden Gase einen Druck aus, den man ganz in seiner Gewalt hat und der durch das Manometer gemessen wird. Das Wasser des Diaphragmaapparats ist vor Verunreinigung durch aufspritzende Schwefelsäure mittelst eines Baumwollenbäuschchens geschützt.

Schliefslich sucht Hr. Quincke nachzuweisen, dafs nicht die Reibung des Wassers in den Poren der Scheidewand die Ursache der erregten Elektricität sei. Die Thatsache, dafs die elektrischen Ströme immer im Sinne der Flüssigkeitsströmung stattfinden und durch Zusatz von Säuren und Alkalien geschwächt werden, sei allerdings in Uebereinstimmung mit der Angabe Faraday's, dafs

das Wasser gegen alle andern Körper gerieben, positiv elektrisch wird. Nach FARADAY werde aber Elfenbein nur schwach negativ, während es am Multiplicator ziemlich starke Ströme gebe. Durch Zusatz von Terpenthin- oder fetten Oelen zum Wasser werde die Elektricität der Dampfstrahlen negativ, während am Multiplicator niemals die entgegengesetzte Stromrichtung beobachtet wurde. Rührte die Elektricität von Reibung her, so müfste die Stromstärke der Oberfläche des Diaphragmas proportional zunehmen; es sei nicht einzusehen, warum die Elektricität nicht den kürzeren Weg wähle und sich rückwärts durch die Scheidewand ausgleiche, selbst nicht, wenn diese aus einem leitenden Körper wie Platinschwamm bestehe. Endlich wufste man nicht, wo die negative Elektricität des Diaphragmas bleibe. Diese Gründe veranlassen Hrn. QUINCKE zu dem Schlufs, dafs die Reibung nicht hinreiche, die beobachteten Erscheinungen zu erklären. *Im.*

---

33. Galvanische Ketten.

WARTMANN. Beschreibung eines voltaschen Compensators, um die Stromstärke einer beliebigen Säule constant zu erhalten. Arch. d. sc. phys. (2) I. 26-32†.

Der Hauptsache nach besteht dieser Compensator aus einem Uhrwerk, welches im Beginne der Arbeit durch den Anker eines Elektromagnets arretirt ist. Dieser Magnet ist von Drähten umgeben, welche durch verschiedene Combinationen einen sehr mannigfachen Widerstand darbieten können, um sie nach dem jedesmaligen Zwecke der Säule, stets so benutzen zu können, dafs sie das Maximum der Wirkung zulassen. Ist der Strom in seiner ursprünglichen Stärke gegeben, so liegt der Anker, welcher das Uhrwerk arretirt, fest gegen die Pole (oder die zu denselben gehörigen Stellschrauben) an. Nimmt die Intensität der Säule ab, so reifst der Anker vermöge eines Federdruckes los, das Uhrwerk beginnt sein Spiel, und dreht einen Rheostatencylinder so, dafs der ursprünglich in den Strom geschaltete Wi-

derstand verringert wird. Der Strom gewinnt hierdurch seine alte Stärke, der Anker wird wieder angezogen, und der Gang des Uhrwerkes gehemmt. Statt der Bewegung des Drahtrheostaten kann man auch mittelst Trieb- und Zahnstange eine Kupferplatte, welche als Elektrode des Stromes in Kupfervitriollösung taucht, einer zweiten, ruhenden Kupferelektrode nähern, um den Widerstand zu verringern. Soll der Apparat nur für bestimmte Arbeiten gebraucht werden, so vereinfacht sich seine Construction, namentlich sind dann die verschiedenen Drahtverbindungen am Elektromagnet nicht nöthig. *Bz.*

J. Regnauld. Note sur le rôle électrochimique du magnésium. C. R. XLVI. 852-854†; J. d. pharm. 1858. p. 324-330; Arch. d. sc. phys. (2) II. 160-163.

Hr. Regnauld mafs nach seiner Methode der Opposition die elektromotorische Kraft eines Elementes bestehend aus einer in concentrirte schwefelsaure Megnesialösung tauchenden Magnesiaplatte und einer in schwefelsaure Zinklösung tauchenden Zinkplatte. Er theilt diese und einige zum Vergleiche dienenden Messungen mit; nämlich

Kette	Elektromotorische Kraft
Zink, schwefelsaures Cadmium (?) . . . Kaliumamalgam, schwefelsaures Kali .	+182
Zink, schwefelsaures Zinkoxyd . . . Natriumamalgam, schwefelsaures Natron	+178
Zink, schwefelsaures Zinkoxyd . . . Magnesium, schwefelsaure Magnesia . .	+145
Zink, schwefelsaures Zinkoxyd . . . . Cadmium, schwefelsaures Cadmiumoxyd	— 55
Zink, Chlorzink . . . . Nickel, Chlornickel	—109
Zink, Chlorzink . . . . Kobalt, Chlorkobalt	—114
Zink, schwefelsaures Zinkoxyd . . . . Kupfer, schwefelsaures Kupferoxyd . .	—175
Zink, Chlorzink . . . . Platin, Chlorplatin	—245.

Bz.

Meidinger. Ueber das elektromotorische Verhalten der den galvanischen Strom leitenden Schwefelmetalle und Metalloxyde. Dingler J. CXLVIII. 360-365†; Chem. C. Bl. 1858. p. 314-317; Verh. d. naturh.-medic. Ver. zu Heidelb. 8. März 1858.

Nach den von Hrn. Meidinger angestellten Versuchen zeigt das durch das Glühen des Schwefelkieses oder durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Eisen dargestellte Schwefeleisen sich in concentrirter Salpetersäure ähnlich passiv, wie Eisen; in verdünnten Säuren wird es bekanntlich leicht unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff aufgelöst; combinirt man es aber mit Kohle, und taucht erst diese, dann das Schwefeleisen in die verdünnte Säure, oder macht man das Schwefeleisen zum positiven Pole einer Kette in dieser Säure, so hört die Lösung und die Gasentwickelung auf. Durch Berührung mit Zink wird die Löslichkeit des Schwefeleisens wiederhergestellt; ebenso löst sich Magnetkies unter Schwefelwasserstoffentwickelung vollständig auf, wenn er mit Zink berührt wird, während er sonst von verdünnten Säuren nicht angegriffen wird. Schwefelkies und Strahlkies sind keine Leiter der Elektricität, und zeigen daher dies Verhalten nicht. Die durch Schwefelwasserstoff aus sauren Lösungen fällbaren Schwefelmetalle, welche in Schwefelammonium unlöslich sind, erwiesen sich als Leiter der Elektricität, und wurden durch den elektrolytisch ausgeschiedenen Sauerstoff reducirt. Ganz ähnlich verhielten sich Metalloxyde; die Reduction war indefs nicht immer eine vollständige bis zum metallischen Zustande, sondern ging zum Theil nur bis zum Oxydul, welches sich dann in der Säure auflöste. Die Metalloxyde zeigten noch die merkwürdige Eigenschaft, bei höherer Temperatur besser zu leiten, als bei niedriger, ohne dafs diese Leitung eine elektrolytische gewesen wäre.

Die Bunsen'sche Kohle, in verdünnter Säure angewandt, entwickelt wegen des ihr beigemengten Schwefeleisens ebenfalls Schwefelwasserstoffgas. Böttger's Vorschlag, die Kohle vor ihrem Gebrauch in Salpetersäure zu tränken, verhindert diese Gasentwickelung nur auf einige Zeit. Hr. Meidinger vermochte sie aber ganz zu beseitigen, indem er die Kohle in Salpetersäure oder einer Mischung derselben mit Schwefelsäure bis zur voll-

ständigen Zerstörung des Schwefeleisens kochte; wandte er aber anstatt der verdünnten Schwefelsäure in der Batterie eine Mischung von Essigsäure und Zinkvitriollösung an, so war die Entwickelung des Schwefelwasserstoffs auch ohne vorläufiges Auskochen der Kohle vollständig vermieden. Ist die Essigsäure verbraucht, so setzt man einige Tropfen concentrirter Schwefelsäure zur Lösung hinzu. *Bz.*

Berjot. Darstellung einer Flüssigkeit, womit man durch bloſses Eintauchen die Zinkplatten der galvanischen Elemente amalgamiren kann. C. R. XLVII. 273-274*; Dingler J. CXLIX. 370†; Z. S. f. Naturw. XII. 479.

Diese Flüssigkeit macht nach der Angabe des Verfassers das lästige Abputzen der gebrauchten Zinkcylinder ganz unnöthig; ein, einige Secunden langes Eintauchen in dieselbe genügt zur Amalgamation. Die Flüssigkeit wird bereitet, indem man 200 Gramme Quecksilber in 1000 Grammen Königswasser in der Wärme auflöst, und dann, nach vollendeter Lösung, 1000 Gramme Salzsäure hinzusetzt. Mit 1 Litre der Flüssigkeit, welches 2 Francs kostet, kann man wenigstens 150 Zinkelemente amalgamiren. *Bz.*

---

34. Rheometrische und rheoskopische Apparate.

Regnard. Rhéostat très-simple. Cosmos XII. 563-564†.

Eine Vorrichtung, ähnlich der, welche man zum Einschalten von Widerständen für telegraphische Zwecke anzuwenden pflegt. Auf eine Holzspule sind mit Seide besponnene Messingdrähte von verschiedenen Längen aufgewickelt, welche in Klemmschrauben endigen. Durch Verbindung der verschiedenen Schrauben kann man den Draht durch eine oder mehrere Strecken des Drahtes laufen lassen. *Bz.*

Stoney. Ueber die Adjustirung der Nadel einer Tangentenbussole. Phil. Mag. (4) XV. 135-139, 327-327†.

In der ersten der angeführten Mittheilungen giebt Hr. Stoney die Entwickelung einer Correctionsformel für die Tangentenbussole wegen des Umstandes, dafs der Aufhängepunkt der Nadel nicht mit dem magnetischen Mittelpunkt derselben zusammenfällt. Er discutirt diese Formel für zwei Fälle, nämlich für das gewöhnliche Galvanometer, bei welchem der Aufhängepunkt in der Ebene des Multiplicatorkreises liegt, und für die Gaugain'sche Bussole, bei welcher die Entfernung des Aufhängepunktes von jener Ebene dem halben Radius des Ringes gleich ist. Bezeichnet 2λ die Länge der Nadel, θ ihre Abweichung vom magnetischen Norden, M die horizontale Componente des Erdmagnetismus, α, β, γ die Entfernungen des magnetischen Mittelpunktes vom Aufhängepunkt in den Richtungen senkrecht zur Ringebene, nach dem magnetischen Norden und nach dem Zenith, endlich δ den Abstand vom Aufhängepunkt bis zum Punkt in der Mitte zwischen beiden Polen, so gilt für das gewönliche Galvanometer die Intensitätsformel

$$(1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad i = k \operatorname{tang} \theta (1 + \tfrac{15}{4} \lambda^2 \sin^2 \theta),$$

für die Gaugain'sche Bussole

$$(2) \quad . \quad i = \operatorname{tang} \theta \, \tfrac{125}{128} . \frac{M}{\pi} \Big(1 + \tfrac{3}{8} (2\alpha + \beta \operatorname{tang} \theta + 3\delta \sin \theta)\Big).$$

In der Formel (1) sind die Werthe α, β, γ und δ gar nicht enthalten, K ist eine Constante, so lange dieselbe Nadel angewandt wird. Man hat also nur nöthig, eine Correctionstabelle mit Rücksicht auf die Länge der Nadel zu entwerfen, während leichte Verschiebungen des Aufhängungspunktes ohne Einflufs bleiben. In der Formel (2) fehlen die Werthe λ und γ. Die Länge der Nadel ist also, wie bekannt, ohne Einflufs, auch eine geringe Verschiebung in der Höhe des Aufhängungspunktes ist ohne Einflufs, weil γ nur in den höheren Potenzen in den Ausdruck eintreten würde, dagegen mufs man bei dieser Bussole die Stellung der Nadel in Bezug auf die Entfernung von der Ringebene und in Bezug auf die Nordsüdrichtung sehr genau adjustiren.

Die zweite Notiz des Verfassers macht auf eine Abänderung

der Gaugrain'schen Bussole durch Jacobi aufmerksam. Die Nadel hängt zwischen zwei Ringen von gleichem Radius und gemeinsamer Axe, welche Ringe in derselben Richtung vom Strome durchflossen werden, und deren Abstand von einander gleich dem Radius der Ringe ist. *Bz.*

Joule. Ueber einen verbesserten Galvanometer. Phil. Mag. (4) XV. 432-433; Dingler J. CL. 28-29†.

Ein besonders für Telegraphenzwecke eingerichtetes Instrument. 2798 Yards seidebesponnenen Kupferdrahtes sind auf eine kreisrunde Trommel von 4 Zoll Durchmesser gewunden. Der so erhaltene Multiplicator wird durch Einlegen in Holzblöcke festgestelllt. Die Magnetnadel ist an einem kurzen Seidenfaden im Innern des Multiplicatorringes (wie bei einer Weber'schen Tangentenbussole) aufgehängt; sie besteht aus einer magnetischen Nähnadel von ¼ Zoll Länge, trägt einen zwischen der Theilungsplatte und der deckenden Glasplatte spielenden gläsernen Zeiger, und als Verlängerung des Seidenfades einen feinen Kupferdraht, welcher durch ein centrales Loch in der Theilungsplatte herabhängt, und durch einen Stift festgestellt werden kann, wenn das Instrument transportirt werden soll. *Bz.*

Heidner. Ueber ein Sinuselektrometer. Dingler J. CL. 202†. (Dieser Aufsatz gehört zu dem Kapitel „Elektricität durch Reibung und Contact p. 372).

Dieses Instrument ist Kohlrausch's Sinuselektrometer nachgebildet; der in diesem der elektrischen Abstofsung das Gleichgewicht haltende Magnetismus aber ist durch die Schwerkraft ersetzt. Dem Verfasser sind offenbar die schon früher nach seinem Principe construirten Apparate unbekannt gewesen: Riess und Kohlrausch benutzten den Magnetismus als messende Kraft (nach Peltier's und Oersted's Vorgange) erst viel später zur Herstellung ihrer Sinuselektrometer, als August in dem seinigen die Schwerkraft als Gegenkraft angewendet hatte (vergl. August's Ausg. v. Fischer's mech. Naturl. 1840. 2. p. 11; Riess Reibungselektr. 1853. §. 55. 57. 58*). *Bz.*

35. Stromleitung und Stromverzweigung.

A. Matthiessen. Ueber die elektrische Leitungsfähigkeit der Metalle. Pogg. Ann. CIII. 428-434†; Chem. C. Bl. 1858. p. 411-412; Arch. d. sc. phys. (2) III. 310-311; Ann. d. chim. (3) LIV. 255-257; Phil. Trans. CXLVIII. 383-387; Inst. 1858. p. 402-402.

Hr. Matthiessen hat seine Messungen über die Leitungsfähigkeit der Metalle (vergl. Berl. Ber. 1856. p. 452) fortgesetzt. Die von ihm angewandten Metalle waren die von ihm zu thermoelektrischen Versuchen benutzten und sehr rein, wenn nicht das Gegentheil bemerkt wird. Die gefundenen relativen Leitungsfähigkeiten sind folgende:

Silber	bei 0°C.	= 100
Kupfer No. 3 . .	- 18,8	= 77,43
Kupfer No. 2 . . .	- 22,6	= 72,06
Gold	- 21,8	= 55,19
Natrium	- 21,7	= 37,43
Aluminium	- 19,6	= 33,76
Kupfer No. 1 . .	- 24,2	= 30,63
Zink	- 17,6	= 27,39
Magnesium	- 17,0	= 25,47
Calcium	- 16,8	= 22,14
Cadmium	- 18,8	= 22,10
Kalium	- 20,4	= 20,84
Lithium	- 20,0	= 19,00
Eisen	- 20,4	= 14,44
Palladium	- 17,2	= 12,64
Zinn	- 21,0	= 11,45
Platin	- 20,7	= 10,53
Blei	- 17,3	= 7,70
Neusilber	- 18,7	= 7,67
Strontium	- 20,0	= 6,71
Antimon	- 18,7	= 4,29
Quecksilber . . .	- 22,8	= 1,63
Wismuth	- 13,8	= 1,19

32 Theile Wismuth mit 1 Theil Antimon .	bei	24,0° C.	=	0,884
12 Theile Wismuth mit 1 Theil Antimon .	-	22,0	=	0,519
2 Theile Antimon mit 1 Theil Zink . . .	-	25,0	=	0,413
Graphit No. 1	-	22,0	=	0,0693
Graphit No. 2	-	22,0	=	0,0436
Gaskohle	-	25,0	=	0,0386
Graphit No. 3	-	22,0	=	0,00395
Bunsen's Batteriekohle	-	26,2	=	0,00289
Tellur	-	19,6	=	0,000777
Rother Phosphor . . .	-	20,0	=	0,00000123.

Die drei Kupferproben waren käuflich und unrein, No. 1 enthielt nach Bunsen's Ansicht Kupferoxydul.

Alle Kohlen und Graphite zeigten die merkwürdige Eigenschaft, daſs ihre Leitungsfähigkeit mit wachsender Temperatur zunahm. Hr. Matthiessen untersuchte noch die Leitungsfähigkeit einiger Legirungen, wobei sich das einfache Gesetz herausstellte, daſs dieselbe jedesmal gleich ist dem Durchschnitt der Leitungsfähigkeit der angewandten Metalle mit Rücksicht auf die vorhandene Masse derselben, so daſs z. B. die Leitungsfähigkeit der Legirung $Sn_4\ Pb$ gefunden wurde = 10,55, berechnet = 10,31; von $Sn\ Pb_4$ gefunden = 8,06, berechnet = 8,22 etc. *Bz.*

A. Arndtsen. Ueber den Leitungswiderstand des Nickels. Pogg. Ann. CV. 148-155†; Z. S. f. Naturw. XII. 477-478; Phisik. Meddelelser ved A. Arndtsen. Christiania 1858. p. 65-75; Cimento IX. 273-274.

Hr. Arndtsen bestimmte den Widerstand eines Nickeldrahtes, der nach Deville's Angabe aus ganz reinem Nickel bestand, nach dem von W. Weber vorgeschlagenen Verfahren mittelst der Zurückwerfungsmethode (vergl. Berl. Ber. 1850, 51. p. 778). Die Messung geschah bei 13,69° C., und ergab den Widerstand eines Nickeldrahtes von 1 Millimeter Länge und 1 Millimeter Durchmesser nach absolutem Maaſse = 1750835, während der

Widerstand des kupfernen Etalondrahtes bei denselben Dimensionen = 256711 gewesen wäre. Das Verhältnifs zwischen dem Widerstand des Kupfers und Nickels ist hiernach wie 1 : 6,82, während aus anderen (sogleich zu besprechenden) Messungen das Verhältnifs der Widerstände von Kupfer und Eisen = 1 : 6,66 gefunden wurde. *Bz.*

A. Arndtsen. Ueber den galvanischen Leitungswiderstand der Metalle bei verschiedenen Temperaturen. Pogg. Ann. CIV. 1-57†; Ann. d. chim. (3) LIV. 440-443; Inst. 1858. p. 276†.

Die Drähte, welche Hr. Arndtsen seinen Versuchen unterwarf, wurden, mit Seide isolirt, auf ein Reagenzglas gewickelt, und mit diesem in ein zweites, weiteres Glasrohr gesteckt, das sich dann in einem Oel- oder Wasserbade befand, und so geschlossen war, dafs das Oel oder Wasser die Drahtwindungen nicht unmittelbar berühren konnte, um nicht Gelegenheit zu einer Nebenschliefsung zu geben. Die Drahtenden waren an ein paar dicke, mit Quecksilbernäpfen versehene Kupferdrähte gelöthet. Die Messung des Widerstandes geschah mittelst eines Differentialwiderstandsmessers, dessen beide constante Drähte das Widerstandsverhältnifs 1 : 10 hatten, so dafs also, für den Fall, dafs die Nadel des in die Brücke eingeschalteten Galvanometers auf den Nullpunkt zeigte, der gemessene Widerstand sich zu dem des messenden Rheostaten ebenfalls wie 1 : 10 verhielt. Länge und Durchmesser der Metalldrähte wurden genau bestimmt, und dann die Länge auf den Durchmesser 1^{mm} reducirt. Spätere Versuche wurden in etwas veränderter Weise angestellt. Es wurde zu denselben ein Spiegelgalvanometer mit zwei Drähten benutzt; in die eine Leitung wurde der Draht, dessen Widerstand gemessen werden sollte, in der anderen so viel Maafsdraht eingeschaltet, dafs der Spiegel wieder in seine Ruhelage gebracht wurde. Da der Mefsdraht jetzt aus Kupfer bestand, so mufste eine Correction angebracht werden wegen der Veränderlichkeit seines Widerstandes durch die Lufttemperatur. Bei dem früher angewandten Rheostaten, dessen Draht aus Argentan bestand, wurde eine solche Correction nicht nöthig befunden. Die er-

haltenen Zahlen lassen sich allgemein weder nach der von Lenz gegebenen Formel

$$w_t = w_0 - yt + zt^2,$$

noch nach der von E. Becquerel gegebenen

$$w_t = w_0 + yt$$

berechnen, wo w_t den Widerstand bei der Temperatur t, w_0 den bei der Temperatur 0, und y und z Constante bedeuten. Hr. Arndtsen hat die von ihm gemessenen Widerstände später auf absolutes Maafs reducirt, und in diesem mögen daher gleich die folgenden Angaben mitgetheilt werden. Die Widerstände der verschiedenen Metalle, welche zur Messung benutzt wurden, bei der Temperatur 0° C., der Länge 1^{mm} und dem Durchmesser 1^{m} wurden in dieser Einheit gefunden:

Silber	= 241190
Kupfer.	= 244370
Aluminium No. 2 .	= 427616
Aluminium No. 1 .	= 476218
Messing	= 949086
Argentan	= 1289815
Eisen	= 1626643
Platin	= 1657097
Blei.	= 2631490.

Das angewandte Argentan bestand aus 61,65 Theilen Kupfer, 15,75 Theilen Nickel und 22,60 Theilen Zink.

Für beliebige Temperaturen (die Messungen gehen von 0° bis etwa 158°) wird dann w_t gefunden für:

Silber nach der Formel	$241190 + 823,471 \,.\, t$
Kupfer	$244370 + 901,456 \,.\, t$
Aluminium No. 2 . .	$427616 + 1555,924 \,.\, t$
Aluminium No. 1 . .	$476218 + 1622,903 \,.\, t$
Messing	$949086 + 1577,381 \,.\, t - 2,5948\, t^2$
Argentan.	$1289815 + 499,623 \,.\, t - 0,71946\, t^2$
Eisen	$1626643 + 6718,686 \,.\, t + 8,5745\, t^2$
Platin.	$1657097 + 5412,668 \,.\, t$
Blei	$2631490 + 9914,665 \,.\, t$

Wird der Widerstand des Kupfers bei 0° = 100 gesetzt, so werden diese Formeln folgende:

Silber	=	$98,69 + 0,336947 \cdot t$
Kupfer	=	$100,00 + 0,368894 \cdot t$
Aluminium No. 2	=	$174,98 + 0,636700 \cdot t$
Aluminium No. 1	=	$194,13 + 0,661576 \cdot t$
Messing	=	$388,35 + 0,645399 \cdot t - 0,001062\, t^2$
Argentan . . .	=	$527,12 + 0,204185 \cdot t - 0,000294\, t^2$
Eisen.	=	$665,62 + 2,749277 \cdot t + 0,003409\, t^2$
Platin	=	$678,11 + 2,21904 \cdot t$
Blei	=	$1076,80 + 4,057038 \cdot t$

und die Widerstände bei den Temperaturen 0°, 100° und 200°:

	0°	100°	200°
Silber	98,69	132,39	166,08
Kupfer	100,00	136,89	173,78
Aluminium No. 2	174,98	238,65	302,32
Aluminium No. 1	194,13	260,29	326,45
Messing	388,35	442,27	474,95
Argentan . . .	527,12	544,60	556,20
Eisen	665,62	974,64	1351,84
Platin	678,11	900,01	1121,01
Blei	1076,80	1482,50	1888,20

(Die Angaben für Platin in den beiden ersten Tabellen fehlen im Original, und sind vom Berichterstatter aus der dritten berechnet.) *Bz.*

R. Clausius. Ueber die Zunahme des elektrischen Leitungswiderstandes der einfachen Metalle mit der Temperatur. Pogg. Ann. CIV. 650-651†; Phil. Mag. (4) XVI. 400-400.

Hr. Clausius macht darauf aufmerksam, dafs nach den vorstehenden Resultaten die Zunahme des Widerstandes durch eine Temperaturerhöhung von einem Grade bei den sechs beobachteten einfachen Metallen nur unbedeutend von einander abweicht, und dafs der Coefficient von t, wenn man den Widerstand eines jeden Metalles bei $0^0 = 100$ setzt, an den Ausdehnungscoefficienten der Luft erinnert. So ist z. B. beim Eisen, wenn man das quadratische Glied vernachlässigt

$$w_t = w_0\ (1 + 0,00366 \cdot t),$$

woraus folgen würde, dafs der Leitungswiderstand der einfachen Metalle im festen Zustande nahe proportional der absoluten Temperatur wäre. *Bz.*

J. Müller (in Wesel). Abnahme der Elektricitätsleitung in Metallen bei starken Temperaturerhöhungen. Pogg. Ann. CIII. 176-176†; Programm d. Gymnas. zu Wesel 1857.

Die Versuche über den Leitungswiderstand, welchen Eisen-, Platin- und Kupferdrähte bei hohen Temperaturen annehmen, gaben folgende Resultate.

Eisendraht.

Widerstand.	
690,7	21° C.,
1660	285°,
2250	beginnt anzulaufen,
2460	gleichmäfsig dunkelgrau,
3050	glüht schwach,
3200	- dunkelroth,
3650	- hellroth,
4550	- ganz hellroth,
4880	- noch heller,
727	21°.

Kupferdraht.

864	21°,
2100	glüht kaum sichtbar,
2450	- karmesinroth,
3300	- ziegelroth,
4700	- hellroth,
910	21°.

Platindraht.

1985,5	21°,
4300	glüht kaum merklich,
4700	- roth,
5050	- hellroth,
5400	- orange,
6000	- hellgelb,
1984,2	21°.

Bz.

Zantedeschi. Osservationi ai nuovi sforzi fatti dal Belli a difesa dei due esperimenti addotti dal Matteucci e dal Petrina contro la simultanea esistenza di due opposte correnti dettriche sul medesimo filo conduttore. Wien. Ber. XXVII. 431-436†.

Noch einmal das Thema von dem gleichzeitigen Durchgange zweier einander entgegengesetzter Ströme durch denselben Leiter! Hr. Zantedeschi vertheidigt seine frühere Ansicht gegen Belli, welcher die Unverträglichkeit jener Annahme mit den gewöhnlichen Vorstellungen von den elektrischen Fluidis nachzuweisen sich bemüht hat (siehe Berl. Ber. 1856. p. 352). Er wirft ihm eine Verwechselung der Frage nach der Entstehung der statischen Electricität mit der der dynamischen vor, und zählt in ziemlich persönlicher Weise alle die Irrthümer auf, in welche er in Folge dieser Verwechselung verfallen sei. *Bz.*

Hamilton. On electrical currents in the earths surface. Rep. of Brit. Assoc. 1857. p. 48-49†.

Der Verfasser zieht aus seinen, wie er selbst zugiebt, noch sehr unvollständigen Versuchen folgende Schlüsse:

1) In einem isolirten Drahte, welcher zwei in ähnlicher Weise in die Erde gegrabene Platten von demselben Metalle mit einander verbindet, ist fast immer ein Strom vorhanden.

2) Die Richtung und Stärke dieses Stromes hängt von der Tageszeit, Jahreszeit, dem Jahr etc. ab, und scheint eine Function des Azimuths der geraden Linie zu sein, welche beide Platten verbindet.

3) Die Stärke des Stromes scheint auch eine Function der Länge dieser Linie zu sein.

4) Es ist im Allgemeinen wenigstens eine neutrale Linie vorhanden, in welche eingegraben die Platten wirkungslos sind. Diese Linie, vermuthet der Verfasser, wird im magnetischen Meridian liegen.

5) In Bezug auf die Richtung des Stromes im Drahte weiß der Verfasser nicht anzugeben, wovon ihr merkwürdiger Wechsel abhängt; ebensowenig vermag er über die Richtung der Ströme in der Erde Rechenschaft zu geben. *Bz.*

J. Bosscha. Ueber einige Eigenschaften der linearen Verzweigung galvanischer Ströme. Pogg. Ann. CIV. 460-472†.

Die Theoreme, welche Hr. Bosscha in dieser Abhandlung beweist, und auf die Behandlung specieller Probleme, namentlich auf die Wheatstone'sche Brücke und auf das von Rijke (Pogg. Ann. CII. 498; Berl. Ber. 1857. p. 392) angewendete Stromschema anwendet, sind folgende:

1) Wenn in einem System von irgend welchen Leitern, die irgend welche elektromotorische Kräfte enthalten, sich ein Leiter a befindet, in dem die Intensität $= 0$ ist, so ändert sich an den Intensitäten der Ströme in den übrigen Leitern nichts, wenn man den Leiter a durchschneidet, oder ihn mit der etwa darin befindlichen elektromotorischen Kraft aus dem Systeme fortnimmt.

2) Wenn der Leiter a, in welchem die Stromintensität $= 0$ ist, keine elektromotorische Kraft enthält, so werden die Stromintensitäten in den übrigen Leitern nicht geändert, wenn man, nach Fortnahme des Leiters a, die Punkte m und n, in welche dieser Leiter auslief, direct verbindet.

Im Fall der Leiter a eine elektromotorische Kraft e enthält, ändert dasselbe Verfahren nichts an den Intensitäten, sobald man eine e gleiche und in demselben Sinn gerichtete elektromotorische Kraft hinzufügt, entweder in allen im Punkt m endigenden Leitern oder in denen, die sich im Punkte n treffen.

Die Anwendung dieser, fast unmittelbar einleuchtenden, Theoreme kann die Behandlung solcher Probleme, bei denen die Bedingung vorkommt, dafs in einem Stromzweige die Intensität gleich Null sein soll, bedeutend vereinfachen. Im Allgemeinen ergiebt die Anwendung der Theoreme 1) und 2) für die Intensität in einem beliebigen andern Stromzweig zwei verschiedene Ausdrücke. Die Gleichsetzung beider Ausdrücke liefert die Bedingungsgleichung, welche erfüllt werden mufs, damit die Stromintensität in dem ersten Stromzweige gleich Null werde.

3) In irgend einem Systeme von linearen Leitern, die irgend welche elektromotorische Kräfte enthalten, wird die Stromintensität, erzeugt in einem der Leiter a durch eine in einem andern

b befindliche elektromotorische Kraft, gleich sein der, welche in *b* durch eine in *a* vorhandene gleiche elektromotorische Kraft hervorgebracht werden würde. (Dieser Satz ist von Kirchhoff — Pogg. Ann. LXXII. 507 — bewiesen.)

4) Wenn sich in irgend einem System von Leitern zwei Leiter *a* und *b* befinden, der Art, dafs eine in dem einen *a* befindliche elektromotorische Kraft keinen Strom in dem andern *b* erzeugt, so verändert sich nichts an der Intensität des Stromes in *b*, wenn man den Leiter *a* durchschneidet oder fortnimmt, ebensowenig an der Intensität in *a*, wenn man den Leiter *b* durchschneidet oder fortnimmt.

5) Wenn in irgend einem System von linearen Leitern sich zwei Leiter *a* und *b* befinden, der Art, dafs eine in *a* angebrachte elektromotorische Kraft keinen Strom in *b* erzeugt, so wird die Stromintensität in *b* nicht geändert, wenn man nach Fortnahme des Leiters *a* die Punkte *m* und *n*, in denen dieser endigte, direct vereinigt, wie auch die elektromotorischen Kräfte in den übrigen Leitern beschaffen sein mögen. Umgekehrt wird die Stromintensität in *a* nicht geändert, wenn man dasselbe Verfahren auf den Leiter *b* anwendet.

Die Anwendung der beiden Theoreme 4) und 5) führt zu zwei verschiedenen Ausdrücken für die Stromintensität eines beliebigen Zweiges i_s. Die Gleichsetzung dieser Ausdrücke liefert die Bedingungsgleichung, welcher genügt sein mufs, damit die durch eine elektromotorische Kraft in *a* in dem Leiter *b* hervorgerufene Stromintensität Null sei. *Im.*

---

36. Elektrochemie.

H. Buff. Elektrolytische Studien. Liebig Ann. CV. 145-176†.

Die Resultate dieser Studien stellt der Verfasser am Ende seiner Abhandlung so zusammen:

1) Die zuerst von Daniell gegebene Anschauungsweise, dafs die Salze durch den elektrischen Strom in eine metallische

Grundlage und in einen einfachen oder auch zusammengesetzten Salzbilder gespalten werden, entspricht der gröfseren Mehrzahl der Zersetzungserscheinungen unmittelbar, und steht mit keiner einzigen bis jetzt untersuchten im Widerspruche. Sie ist aufserdem unentbehrlich, um die Elektrolyte der Salze mit dem Faraday'schen Gesetze in Uebereinstimmung zu bringen.

2) Wenn eine Flüssigkeit, durch die der elektrische Strom geht, mehrere Elektrolyte enthält, so betheiligen sie sich alle, nach Maafsgabe ihres Leitungsvermögens, an der Fortpflanzung des elektrischen Fluidums, und alle, so weit sie leiten, befinden sich im Zustande fortschreitender Zersetzung.

3) Die elektrolytische Wanderung der Bestandtheile flüssiger Verbindungen ist unzertrennlich von der Leitung der Elektricität durch diese Flüssigkeiten, und hält mit derselben gleichen Schritt.

4) Die Volta'sche Theorie mit der von Fechner gegebenen Ergänzung ist ausreichend zur Erklärung aller bis jetzt wohluntersuchten elektrochemischen Zersetzungserscheinungen.

Zur Erklärung dieser Resultate mögen die folgenden Notizen aus der Abhandlung dienen:

Hr. Buff knüpft an seine früher mitgetheilten Untersuchungen (siehe Berl. Ber. 1855. p. 442) an, in denen er aus dem Volta'schen Gesetze den Vorgang der Ausscheidung der Wasserelemente an den Elektroden und die Polarisation an denselben erläutert hatte: Das an die positive Platinelektrode grenzende, mit $-E$ geladene Sauerstoffatom, wird von jener angezogen, giebt aber in Folge der zwischen O und Pt stattfindenden elektromotorischen Thätigkeit seine Elektricität nicht ab. Dagegen wird die $+E$ des zugehörigen Wasserstoffatoms frei gegeben, wirkt auf die $-E$ des nächsten Sauerstoffatoms u. s. f bis zur anderen Polplatte, deren entgegengesetzte Wirksamkeit dieses Ordnen der Atome begünstigt. Unterdessen ist an der positiven Polplatte die gebundene $+E$ durch neue $+E$ ersetzt, auch die benachbarten Sauerstoffatome werden mit $+E$ beladen, dadurch werden die, bisher mit ihnen verbundenen Wasserstoffatome abgestofsen, und so die Trennung beider Elemente des Wassers vollendet. Jetzt befinden sich die Sauerstoffatome der beiden

ersten Wasseratome unmittelbar nebeneinander; zwischen ihnen kann keine elektromotorische Kraft vorhanden sein, die $-E$ des letztern kann also ungehindert an das, von der Kette her mit $+E$ beladene erstere Sauerstoffatom übergehen, es wird dadurch unelektrisch und gelangt in den gewöhnlichen Zustand. Das Entsprechende geschieht am anderen Pole. Der ganze Fortgang des Stromes besteht demnach in dem Fortrücken der Bestandtheile des Elektrolyts, so dafs der eine nicht ohne das andere zu denken ist. Die Betrachtung wird nicht geändert, wenn man einen einfachen Bestandtheil des Elektrolyten mit einem zusammengesetzten vertauscht, also etwa $NO_6 + H$ statt $O + H$ anwendet. Hr. Buff wendet sich nun gegen die von Magnus gegebene Anschauungsweise (siehe Berl. Ber. 1856. p. 466), welche die obigen Betrachtungen insofern unmöglich macht, als sie die einzelnen Elemente des Elektrolyts gar nicht als an und für sich mit einer Elektricität beladen anerkennt, sondern den Durchgang der Elektricität durch einen Elektrolyt ähnlich ansieht, wie den durch eine Reihe gegen einander isolirter Kugeln, welche zwischen zwei entgegengesetzt elektrisirten Platten aufgehängt sind. Besonders bestreitet er die aus dieser Anschauungsweise hervorgegangene Folgerung, dafs in einem Gemische mehrerer Elektrolyten die Elektricität zunächst nur von dem am leichtesten zersetzbaren und am besten leitenden fortgepflanzt werden könne, so lange die Stromstärke (oder vielmehr die Stromdichtigkeit) einen gewissen Grenzwerth nicht überschreite, und bringt experimentelle Beweise dafür bei, dafs das Verhältnifs, in welchem zwei Elektrolyte von ungleicher Leitungsfähigkeit, nämlich Schwefelsäure und Salzsäure, in ihrer Mischung die Elektricität fortpflanzen, unabhängig ist von der Stromstärke. Hr. Buff zeigt ferner, dafs sich das Wandern der Jonen innerhalb einer Flüssigkeit auch nachweisen lasse, bevor noch einer derselben an einen Pol gelangt ist, und schliefst deshalb, dafs, wenn die während der Elektrolyte fortwandernden Mengen der Bestandtheile, nicht der Menge der abgeschiedenen Gase äquivalent gefunden wurden, dies seinen Grund nur in secundären Einwirkungen haben könne. Wenn z. B. bei der Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure an der $-$ Polplatte ein Aequivalent H in Freiheit gesetzt wird, so wird

von derselben Platte ein Aequivalent SO_4 abgestofsen, so lange noch Schwefelsäure um die Polplatte verbreitet ist; das während derselben Zeit am + Pole austretende SO_3 werde aber durch Aufnahme von Wasser immer wieder in den alten Zustand zurückgeführt, und gelange deshalb immer von Neuem zur Zersetzung. Die ganze Wirkung dieses Vorganges könne also nur eine allmälige Zunahme der Concentration gegen den positiven Pol hin sein, und auch die Theilung der Zersetzungszelle in zwei gesonderte Gefäfse erlaube daher keine scharfe Trennung der von beiden Polen ausgehenden Wirkungen. Bei der Zersetzung eines Salzes nimmt die ausgeschiedene Säure sofort selbst an der Leitung des Stromes Theil; dies ändert aber Nichts an dem quantitativen Verhältnifs der frei werdenden Schwefelsäure, indem für jedes Aequivalent $H + SO_4$, welches zersetzt wird, an irgend einer Stelle wieder ein neues Aequivalent derselben Substanz gebildet wird. Zerlegt man Glaubersalzlösung so, dafs die Säure nicht frei werden kann, indem man in das eine Gefäfs der getheilten Zersetzungszelle einen Zinkstreifen, in das andere einen Platinstreifen tauchen läfst, und mischt dann die ganze Zersetzungsflüssigkeit untereinander, so scheidet sich alles aufgelöste Zink als Zinkoxydhydrat ab, und die Lösung ist wieder neutral. Hier war also die Zersetzung des Glaubersalzes der Menge der entwickelten Gase äquivalent. Auch in Bezug auf die Elektrolyse der Salze von Schwermetallen behält Hr. Buff die Ansicht von Daniell bei, dafs sie sich in ein Aequivalent Metall und ein Aequivalent überoxydirte Säure zerlegen; er findet in der unvollkommenen Ueberführung des Metalles keinen Beweis gegen diese Ansicht, vielmehr sieht er die sogenannten neutralen Metallsalzlösungen als Lösungen der Metalloxyde in Säuren an, welche Bestandtheile sich selbst wieder mehr oder weniger an der Fortleitung des Stromes betheiligen. So geschieht dieselbe dann nicht nur in Folge der Wanderung des Metalles, sondern auch des Wasserstoffes (wie dies bei Anwendung verdünnter Lösungen oder grofser Stromdichtigkeiten ersichtlich ist) und da durch die reducirende Wirkung des Wasserstoffes im Entstehungsmomente eine Metallausscheidung am negativen Pole stattfinden mufs, so kann der Gesammtbetrag dieser Ablagerung

grölser sein, als die Menge des vom positiven Pole fortwandernden Metalles. *Bz.*

H. Buff. Ueber die Bewegung der Elektricität durch die Masse eines Elektrolyten. Liebig Ann. CVI. 203-209†.

Hr. Buff giebt eine einfache Anschauung des Vorganges, durch welchen die Elektricität innerhalb eines Elektrolyten fortschreitet. Wenn der Strom nach begonnener Elektrolyse, z. B. des Wassers, constant geworden, also soeben an der positiven Elektrode ein Sauerstoff-, an der negativen ein Wasserstoffatom frei geworden ist, so ist die Zusammensetzung des die beiden Elektroden verbindenden Wasserstofffadens die folgende:

$$+\left|\underset{1}{+}\ \underset{2}{-}\ \underset{2}{+}\ \underset{3}{-}\ \underset{3}{+}\ \underset{4}{-}\right|-,$$

wo die mit $+$ bezeichneten Atome jedesmal die die Electricitätsmenge $+E$ enthaltenden Wasserstoff-, die mit $-$ bezeichneten die die Elektricitätsmenge $-E$ enthaltenden Sauerstoffatome darstellen, während die mit gleichen Ziffern bezeichneten Atome demselben Wasseratom angehören. Jetzt wird das Atom $\underset{1}{+}$ von der freien Elektricität auf der positiven Elektrode abgestofsen, dagegen $\underset{2}{-}$ angezogen; diese Wirkung pflanzt sich durch den ganzen Wasserfaden fort, so dafs die Stellung der Atome die folgende wird:

$$+\left|\underset{2}{-}\ \underset{1}{+}\ \underset{3}{-}\ \underset{2}{+}\ \underset{4}{-}\ \underset{3}{+}\right|-.$$

Dadurch ist an der Stelle unmittelbar neben der Elektrode der elektrische Zustand um $2E$ geändert worden, indem nämlich $+E$ mit $-E$ vertauscht worden ist, es mufs also, um den früheren elektrischen Zustand wiederherzustellen, von der Elektrode her $+2E$ hinzugeführt werden. Während also $+E$ in der Richtung vom positiven zum negativen Pole, und $-E$ in umgekehrter Richtung von Atom zu Atom nur um einen Schritt vorwärts gegangen ist, hat sich durch jeden Querschnitt des Leiters die Elektricitätsmenge $2E$ bewegt. Diesen $2E$ entsprechen andere $2E$, welche gleichzeitig durch die eine Elektrode ein- und durch die

andere austreten, es sind also stets gleiche Elektricitätsmengen durch jeden Querschnitt der ganzen Kette, sowohl der flüssigen, als der festen Leiter, gewandert. Während der Zeit dieses Vorganges treten zwei, bisher einem beliebigen Wasseratom zugehörige Atome um die Summe ihrer respectiven Wege auseinander; eben so grofs ist also der Weg, den die elektrischen Massen, mit denen die Atome beladen sind, in dieser Zeit beschreiben, d. h. der Weg der Elektricitätsmenge $2E$ ist gleich der Summe der Wege von O und H. Der Eintritt von zwei Aequivalenten Elektricität von den Elektroden und die Ausscheidung von zwei Aequivalenten der Bestandtheile der Flüssigkeit entspricht also der Zuführung von einem Aequivalent Sauerstoff zur positiven und von einem Aequivalent Wasserstoff zur negativen Elektrode. Dieser scheinbare Widerspruch löst sich nur dadurch, dafs die Polplatten eintauchen, und dafs sich die Lücken, welche durch die Fortführung der Elemente entstehen, immer wieder ausfüllen können, so dafs noch ein zweites Wasseratom zersetzt, und dadurch der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt wird. In Bezug auf die Electricitätsbewegung in Salzauflösungen lassen sich ganz ähnliche Betrachtungen anstellen.

Hr. Buff erinnert daran, dafs die von Kohlrausch gegebene Anschauung der Elektrolyse (vergl. Berl. Ber. 1856. p. 502) mit dem Vorgange der elektrischen Strömung strenger übereinstimme, dafs er aber die Art, wie jener Physiker die Einschiebung der Wassertheile erläutere, und einige Folgerungen, die er daran knüpfe, für nicht ganz richtig halte, so dafs seine eigene Erklärung weniger zu Mifsverständnissen führen dürfte. *Bz.*

Hittorf. Rechtfertigung seiner Mittheilungen über die Wanderung der Jonen. Elektrolyse einer Lösung zweier Salze. Pogg. Ann. CIII. 1-56†.

Clausius. Erwiederung auf einige Bemerkungen des Herrn Hittorf. Pogg. Ann. CIII. 525-526†.

Wiedemann. Bemerkungen zu meinen elektrolytischen Untersuchungen. Pogg. Ann. CIV. 162-170†.

Gegen die früheren Mittheilungen des Verfassers (Berl. Ber.

1855. p. 506, 1856. p. 467) sind von verschiedenen Physikern Bedenken erhoben worden, mit deren Beseitigung sich Hr. Hittorf in dem vorliegenden Aufsatze beschäftigt. Vorzugsweise vertheidigt er seine früheren Versuche und die daraus gezogenen Schlüsse gegen die Vorstellungsweise, welche Magnus (Berl. Ber. 1856. p. 470), der Auffassung Bunsen's folgend, festgehalten hat: dafs Ströme je nach ihrer Dichtigkeit bald den aufgelösten Elektrolyt allein, bald auch dessen Lösungsmittel zersetzen können; ferner gegen Wiedemann (Berl. Ber. 1856. p. 441), dessen Apparaten und Resultaten er mehrfache Fehlerquellen vorwirft, wohingegen er nicht glaubt, dafs seine eigenen Apparate durch bessere und genauere ersetzt werden können. Nachdem sodann der Verfasser die Einwendungen, welche der Berichterstatter im Liebig-Kopp'schen Jahresberichte für 1856 gegen seine, die Ueberführung betreffenden Angaben gemacht hat, kurz abgefertigt, verwirft er Kohlrausch's Auffassung des elektrolytischen Vorganges (Berl. Ber. 1856. p. 502), und die Anwendung, welche Kohlrausch und Weber von den Resultaten ihrer elektrodynamischen Maafsbestimmungen auf die Elektrolyse machen. Die Resultate, zu denen d'Almeida (Berl. Ber. 1856. p. 466.) durch seine Versuche geführt wurde, erklärt er theils für unrichtig, theils für sich von selbst verstehend; endlich spricht er sich gegen die von Clausius (Berl. Ber. 1857. p. 409) ausgesprochene Anschauung des elektrolytischen Vorganges und der Jonenwanderung aus, weil er durch dieselbe zu unmöglichen Schlüssen geführt wird.

Die im Laufe aller dieser Erscheinungen mitgetheilten Versuche bezwecken, theils die Zuverlässigkeit der früher angewandten Apparate nachzuweisen, theils den Beweis zu liefern, dafs die Vertheilung des Stromes innerhalb des Elektrolyts ganz ebenso nach dem Ohm'schen Gesetze erfolge, wie die Verzweigung in elektrischen Leitern.

In den beiden anderen, in der Ueberschrift aufgeführten Noten haben die Herren Clausius und Wiedemann ihre Anschauungsweise gegen die Einwände Hittorf's aufrecht erhalten. *Bz.*

A. Weiske. Die Ueberführung des Chlors bei der Elektrolyse seiner Verbindungen mit den Metallen der Alkalien und alkalischen Erden. Pogg. Ann. CIII. 466-486†.

Hr. Weiske sucht die Gröſse der Ueberführung des Chlors bei der Elektrolyse der Chloride von Kalium, Natrium, Strontium, Calcium und Barium auf. Sein Zersetzungsapparat besteht aus zwei oben und zur Seite tubulirten Flaschen. Durch die oberen Tubuli werden die Platinelektroden eingeführt, in die seitlichen sind die beiden Enden eines Glasrohres eingeschliffen, welches in seiner Mitte durch einen Hahn abgesperrt werden kann. Es waren ein für alle mal die Flüssigkeitsvolumina, welche die beiden Flaschen aufnehmen konnten, bestimmt, und dadurch war für jeden Fall bekannt, wie viel von der gesammten, in der angewandten Lösung enthaltenen Salzmenge in jeder Flasche enthalten war. Nachdem die Elektrolyse vollendet war, wurde der Hahn abgesperrt, der Inhalt des Hahnes nach beiden Seiten (wie bei Wiedemann's Versuchen) entleert, und die in der einen Flasche enthaltene Salzmenge bestimmt. Das Verhätniſs zwischen der, in der so erhaltenen Differenz der Salzmengen enthaltenen Menge der Jonen zu der Menge derselben, welche der im gleichzeitig eingeschalteten Silbervoltameter niedergeschlagenen Silber äquivalent war, gab das Maaſs der Ueberführung der Jonen.

Die Ueberführung des Chlors wurde gefunden bei der Elektrolyse

des Chlorkaliums	= 0,525	(Hittorf fand 0,516)
- Chlornatriums	= 0,684	(Wiedemann fand 0,622)
- Chlorkalciums	= 0,690	
- Chlorbariums	= 0,531	
- Chlorstrontiums	= 0,651.	

In seiner theoretischen Auffassung schlieſst sich Hr. Weiske der Hauptsache nach der Grotthuss'schen Theorie in der Gestalt, welche sie durch Hittorf bekommen hat, an, während er Schönbein's Ansicht, daſs die elektrolytische Wirkung nur vom positiven Pole ausgehe, durchaus verwirft, weil sie über die veränderliche Concentration des Elektrolyts gar keinen Aufschluſs giebt. Auch die Gestalt, welche diese Hypothese durch Wie-

DEMANN bekommen hat, indem dieser die veränderliche Concentration durch eine ungleiche Forttreibung des Lösungsmittels und der gelösten Substanz durch die mechanische Wirkung des Stromes erklärt, verwirft der Verfasser. Ueberhaupt giebt er eine solche einseitige mechanische Wirkung des Stromes gar nicht zu, sondern erklärt die sogenannte elektrische Endosmose für eine rein elektrostatische Anziehungs- und Abstofsungserscheinung, die aber durch die Wirkung beider Pole in gleicher Weise bedingt wird. Dafs trotzdem ein einseitiger Transport des Elektrolyts stattfindet, beruht auf der ungleichen Leitungsfähigkeit der Jonen. Es findet sich nämlich an beiden Elektroden etwas freie Spannnung vor, die sich den benachbarten Jonen mittheilen wird. Diese befinden sich aber schon in ihrem polar geordneten Zustande, und von ihnen sind die Kationen (Metalle und Wasserstoff, den man nach allen seinen Eigenschaften den Metallen zuzählen mufs) gute Leiter, dagegen die Anionen (Nichtmetalle) Isolatoren. Der Anode sind also die isolirenden Seiten der Atome, der Kathode die leitenden zugewandt. Das Anion nimmt daher mit der Anode positive Elektricität an und wird abgestofsen. Von der Kathode aus wird zwar den Metallatomen auch gleichnamige, negative Elektricität mitgetheilt, diese verbreitet sich aber über die ganze Oberfläche der Leiter, so dafs gar keine Abstofsung sattfindet. Die freie Elektricitätsmenge, welche diesen Transport bewirkt, braucht nur verschwindend klein zu sein gegen die in der Kette circulirende Elektricität, wie aus dem Vergleich von WIEDEMANN's Messungen der Druckkräfte, welche jenem Transport das Gleichgewicht halten, mit WEBER's Messungen der bei der Elektrolyse thätigen Kräfte hervorgeht.

Wenn nun auch nach diesen Erörterungen der Verfasser sich am meisten der HITTORF'schen Anschauungsweise anschliefst, so findet er doch, dafs dieselbe manche Umstände unerklärt läfst, namentlich den Einflufs des Lösungsmittels und den anderer Beimengungen, namentlich der durch die Elektrolyse selbst ausgeschiedenen Jonen. Aus einem Vergleiche seiner eigenen Versuche mit denen von HITTORF schliefst er übrigens, dafs für die Elektrolyse der Salze der Leichtmetalle der Einflufs der ausgeschiedenen Säure nur ein ganz geringer sei. Was die Ueberführung

des Chlors in den fünf untersuchten Fällen betrifft, so bemerkt man zwar an den erhaltenen Zahlen keine Gesetzmäfsigkeit, aber wenn man die Ergebnisse in zwei Klassen theilt, deren erste die Elektrolyse der Alkalisalze, die zweite die der Erdsalze umfafst, so folgen innerhalb jeder dieser Klassen die Zahlen für die Ueberführung der Metalle ungefähr demselben Gesetze, wie die Aequivalentzahlen derselben. *Bz.*

G. Osann. Ueber Elektrolyse. Verh. d. Würzb. Ges. IX. 1-12†; Chem. C. Bl. 1858. p. 145-153.

— — Ueber einige zur Elektrolyse gehörige Erscheinungen. Pogg. Ann. CIII. 616-620†.

Nachdem Hr. Osann in dem erstgenannten Aufsatze eine einleitende Darlegung des elektrolytischen Gesetzes gegeben, geht er zu theoretischen Betrachtungen über dasselbe über. Er giebt folgenden Grund für die Richtigkeit des Gesetzes an: Die positiven Platten einer Säule verlieren, während diese geschlossen ist, an Gewicht eine Menge, welche der in einem eingeschalteten Voltameter zersetzten Wassermenge äquivalent ist. Ein Aequivalent des Metalles, aus dem die Platte bestand, enthält also soviel Elektricität, wie ein Aequivalent Wasser zu seiner Zersetzung erfordert, oder allgemeiner: die Körper enthalten in äquivalenten Gewichtsmengen gleiche Elektricitätsmengen. Wenn daher der Strom durch mehrere Elektrolyte hintereinander geht, so wird die aus dem ersten Elektrolyt ausgeschiedene positive Elektricität gerade hinreichen, um ein Aequivalent des zweiten Elektrolyts zu zersetzen, u. s. w. Die Schwierigkeit aber, die die gleichzeitige Zersetzung des Wassers und des darin gelösten Salzes in einer, und eines geschmolzenen Salzes allein in der anderen Zersetzungszelle darbietet, versucht Hr. Osann auf zwei Weisen zu lösen. Erstens ist die Zersetzung nicht genau äquivalent, da man nicht ein ganzes Aequivalent Säure in der positiven Zelle vorfindet; die Erscheinung kann daher so erklärt werden, dafs Auflösungen von Salzen in Wasser so gut wie verdünnte Säure bewirken, dafs dem Strome ein geringerer Widerstand entgegengesetzt wird, was zur Folge hat, dafs eine stärkere Zer-

setzung in derselben bewirkt wird. Zweitens hat der Strom nicht nur eine Wirkung auf den Elektrolyt, sondern auch auf die Wärme, welche sich mit den Körpern gerade so in äquivalenten Mengen verbindet, wie wenn sie ein ponderabler Stoff wäre. Wenn nun der Strom durch ein geschmolzenes Salz hindurchgeht, so hat er eine doppelte Wirkung, eine auf die chemischen und eine zweite auf die Wärmeäquivalente, welche im umgekehrten Verhältnifs zu den chemischem Aequivalenten stehen, weil sich die specifischen Wärmen umgekehrt verhalten, wie die Aequivalentzahlen. Ebenso hat der Strom auch in der wäfsrigen Lösung eine doppelte Wirkung, die auf das Salz und die auf das Wasser. Die gleichzeitig eintretenden Wärmephänomene sind als secundäre zu betrachten. Die in der ersten Erklärungsweise angenommene stärkere Zersetzung in derjenigen Zelle, in der der geringere Widerstand dargeboten wird, betrachtet Hr. Osann als ein Analogon zu einem schon früher von ihm beschriebenen Versuche, dafs nämlich in einem mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Voltameter sich in derselben Zeit viel mehr Knallgas entwickelt, als in einem gleichzeitig eingeschalteten Voltameter, das nur mit Wasser gefüllt ist.

Der Aufsatz enthält aufserdem die Beschreibung eines Phänomens, welches der zunehmenden Verdünnung einer Salzlösung an der einen, und der zunehmenden Concentrirung derselben an der anderen Elektrode zuzuschreiben ist, wenn beide Elektroden aus dem, im Elektrolyten enthaltenen Metalle bestehen; die Flüssigkeit, welche den positiven Pol umgiebt, sinkt nämlich herab, die am negativen Pole dagegen steigt auf; man kann dies am besten an Zinnplatten beobachten, welche in Zinnchlorürlösung tauchen.

Die Notiz in Pogg. Ann. enthält einen Auszug aus dem soeben besprochenen Aufsatze. *Bz.*

G. Magnus. Ueber directe und indirecte Zersetzung durch den galvanischen Strom. Pogg. Ann. CIV. 553-580†.

In dieser Fortsetzung seiner elektrolytischen Untersuchungen behandelt Hr. Magnus die Frage, ob die Abscheidung des Me-

talles bei der Elektrolyse von Metallsalzen eine indirecte, durch die reducirende Kraft des Wasserstoffs bedingte, Zersetzungserscheinung sei, oder ob eine directe, oder endlich ob theils eine directe, theils eine indirecte. Er prüft zu dem Ende die über die reducirende Wirkung des elektrolytisch ausgeschiedenen Wasserstoffes vorhandenen Angaben, namentlich die von Osann, nach welchem Wasserstoff, der an einer Platinplatte bei der Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure ausgeschieden war, sowohl Silbersalze, als eine Eisenchloridlösung reduciren soll; er fand aber keine dieser Angaben bestätigt. Dagegen erzeugte der, an einer Polplatte aus Bunsen'scher Kohle entwickelte Wasserstoff in Silbersalzen einen Niederschlag, der jedoch einer Beimischung von Schwefelwasserstoff zuzuschreiben war. Die Kohle selbst, welche als negative Polplatte gedient hatte, reducirte ebenfalls eine Silberlösung, aber, wie sich herausstellte, immer nur in Folge ihres Eisengehaltes, welcher selbst durch langes Kochen in Salpeter- und Salzsäure nicht ganz entfernt werden konnte; reine Holz- und Zuckerkohle zeigten keine derartige Reduction. Die eisenhaltige Bunsen'sche Kohle braucht übrigens gar nicht als Elektrode gedient zu haben, um reducirend zu wirken; sie erlangt vielmehr diese Eigenschaft durch jedes Mittel, welche die in ihr enthaltene Eisenverbindung in eine solche verwandelt, welche selbst die Silberlösung zu reduciren vermag, z. B. durch Glühen in chemisch entwickeltem Wasserstoff, wodurch sich Eisen oder die niedere Schweflungsstufe desselben bildet. Die reducirende Kraft des elektrolytisch ausgeschiedenen Sauerstoffs bleibt also unerwiesen. Aufserdem verlangt die Ansicht, dafs die Metallreduction erst durch den elektrolytisch ausgeschiedenen Wasserstoff bedingt werde, die Voraussetzung, dafs das Wasser leichter durch den Strom zersetzt werde, als das Salz, während andrerseits der Wasserstoff mehr Verwandtschaft zum Sauerstoff des Oxyds haben soll, als das Metall.

Um eine gleichzeitige Ausscheidung von Metall und Wasserstoff erklären zu können, nimmt man gewöhnlich an, dafs sich der Strom zwischen dem Löseungsmittel und dem gelösten Salze theile, wie in Zweigdrähten. Hr. Magnus schliefst sich dieser Vorstellungsweise, welche die Voraussetzung in sich schliefst,

dafs alle Wassertheilchen unter sich, und alle Salztheilchen wieder unter sich eine zusammenhängende Reihe bilden, nicht an. Er stellt sich vielmehr die Ordnung so vor, dafs in einem Faden der Lösung ein Metallsalzatom von mehreren Wasseratomen, diese wieder von einem Salzatom etc. gefolgt sind, etwa wie in dem Schema

$$-|HO, HO, HO, CuO+SO_3, HO, HO, HO, CuO+SO_3|+.$$

Wird nun das erste Wasserstoffatom an der negativen Elektrode ausgeschieden, so verbindet sich der Sauerstoff des ersten Wassertheilchens mit dem Wasserstoff des zweiten, u. s. f.; dann der Sauerstoff des dritten Wassertheilchens mit dem *Cu* des Salztheilchens, während sich dessen *O* und SO_3 mit dem *H* des nächsten Wassertheilchens verbinden. Auf diese Weise gelangt das letzte *O* und SO_3 an die positive Elektrode. Ist die Lösung sauer, so kann das durch die Verbindung von *O* und *Cu* gebildete Oxyd sich unmittelbar auflösen; ist sie aber neutral, so müfste das Oxyd als solches durch den ganzen Weg der Wassermolecüle hindurchwandern. Dies ist indefs nicht nöthig, weil die Zersetzung nicht in einem solchen Flüssigkeitsfaden stattfindet, sondern in vielen nebeneinander liegenden, in welchen aber nicht gerade alle Salzatome unmittelbar nebeneinander liegen, so dafs doch jedes Oxydtheilchen sein Lösungsmittel findet. Sollte aber das Oxyd auf seinem Wege eine Wasserschicht finden, so scheidet es sich in der That als solches aus, wie aus Faraday's und Buff's Versuchen hervorgeht. Die Trennung und stets darauf folgende Wiedervereinigung der Jonen hat bei der, früher von Hrn. Magnus ausgesprochenen Ansicht, dafs die Elektrolyse gar nicht einer stetigen, sondern einer, aus vielen aufeinander folgenden Entladungen bestehenden elektrischen Wirkung zuzuschreiben sei, gar nichts Auffallendes. Während einer jeden Entladung finden die Trennungen, zwischen denselben die Wiedervereinigungen statt.

In einer sehr übersichtlichen Weise giebt sodann Hr. Magnus eine schematische Uebersicht des elektrolytischen Vorganges in der Lösung eines Sauerstoffsalzes, z. B. *CuO*, SO_3. Da sich die der Substitutionstheorie entnommene Schreibart besonders gut eignet, um das Austreten des einen Bestandtheiles aus einer Ver-

bindung, und das Eintreten eines anderen in dieselbe zu veranschaulichen, so ist diese Bezeichnungsweise gewählt worden. $CuO + SO_3$ ist also $= \left.\begin{matrix}SO_2\\Cu\end{matrix}\right\} O_2$, $HO = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O_2$, $CuO + HO = \left.\begin{matrix}H\\Cu\end{matrix}\right\} O_2$, und $SO_3 + HO = \left.\begin{matrix}SO_2\\H\end{matrix}\right\} O_2$.

Ein Theil des Schemas ist im Folgenden wiedergegeben. Die ausgeschiedenen Bestandtheile sind aufserhalb der Elektroden vermerkt.

+								−
	$\left.\begin{matrix}SO_2\\Cu\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}SO_2\\Cu\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}SO_2\\Cu\end{matrix}\right\} O_2$	
Cu	$\left.\begin{matrix}SO_2\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\Cu\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}SO_2\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\Cu\end{matrix}\right\} O_2$	SO_3	O
CuH	$\left.\begin{matrix}SO_2\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\Cu\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}SO_2\\H\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}H\\Cu\end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix}SO_2\\H\end{matrix}\right\} O_2$		$2O$

u. s. f. In der dritten Reihe haben sich SO_3 und HO zu $\left.\begin{matrix}SO_2\\H\end{matrix}\right\} O_2$ vereinigt; die Reihe enthält jetzt ein Theilchen weniger, als die erste, welches durch Eindringen eines neuen Theilchens von der Seite her ersetzt wird. Reicht der Strom nicht aus, um sämmtliche, die Polplatten berührende Flüssigkeitstheile gleichzeitig zu zersetzen, so wählt er unter ihnen diejenigen vorzugsweise aus, welche das Metall enthalten. So erklärt Hr. MAGNUS das alleinige Auftreten des Metalles bei gewissen Stromdichtigkeiten.

Endlich benutzt der Verfasser noch die Typentheorie zur Erklärung der Erscheinung, dafs Wasser und concentrirte Schwefelsäure, welche an sich nicht leitend sind, in ihrer Mischung einen guten Leiter geben können. In beiden Flüssigkeiten, sowohl in $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O_2$, als in $\left.\begin{matrix}SO_2\\SO_2\end{matrix}\right\} O_2$ sind die beiden substitutionsfähigen Bestandtheile dieselben; jene Verschiebung der Elemente d. h. die Zersetzung ist deshalb viel schwieriger, als die eines Stoffes, dessen Bestandtheile verschieden sind, wie $\left.\begin{matrix}SO_2\\H\end{matrix}\right\} O_2$. Aus demselben Grunde mögen Aethyläther $= \left.\begin{matrix}C_4H_5\\C_4H_5\end{matrix}\right\} O_2$ und Amyläther $= \left.\begin{matrix}C_{10}H_{11}\\C_{10}H_{11}\end{matrix}\right\} O_2$ soviel schwerer zersetzlich sein als Aethylalkohol $= \left.\begin{matrix}C_4H_5\\H\end{matrix}\right\} O_2$ und Amylalkohol $= \left.\begin{matrix}C_{10}H_{11}\\H\end{matrix}\right\} O_2$.

Bz.

G. Osann. Ueber den Ozonwasserstoff. Erwiederung auf die Wiederholung meiner Versuche hierüber von Herrn Magnus. Verh. d. Würzb. Ges. IX. 197-199†. (Siehe p. 24.)

— — Nachweisung der Reaction des Ozonsauerstoffs und Ozonwasserstoffs als Collegienversuch. Verh. d. Würzb. Ges. IX. 253-256†.

Nach Hrn. Osann's Angabe ist die Wiederholung seiner Versuche durch Magnus deshalb misglückt, weil nicht alle von ihm angegebene Bedingungen richtig erfüllt waren. Das zu elektrolysirende Wasser muſs mit frisch destillirtem Nordhäuser Vitriolöl angesäuert sein, nachdem dieses bis auf etwa 25° R. abgekühlt worden ist. Die Kohlenstücke, mit welchen er seine Reduction der Silbersalze erhielt, waren dadurch eisenfrei, daſs sie wiederholt mit Salpetersäure ausgekocht und im abgeschlossenen Raume ausgeglüht wurden, um den Schwefel aus ihnen zu subliminiren. Hr. Osann meint auſserdem, wenn die Kohle eine Spur Eisen enthalte, so könne sich auch nur eine Spur Silber an ihr niederschlagen, und nicht eine ganze Wulst dieses Metalles. Er erhielt die blaue Färbung in einer Mischung von rothem Blutlaugensalz und Eisenchlorid auch ohne Beihülfe der Kohle, nämlich wenn er eine Platinplatte, welche als negative Polplatte in verdünnter Schwefelsäure gedient hatte, in diese Mischung tauchte. Durch Absorption von gewöhnlichem Wasserstoff nimmt die Kohle nicht dieselbe Wirksamkeit an, wie wenn sie als Elektrode gedient hat.

In der zweiten Notiz giebt Hr. Osann seinen Versuch in der Gestalt an, daſs nicht die Elektroden selbst, sondern nur die entwickelten Gase mit den prüfenden Lösungen (Sauerstoff mit Jodkaliumstärke, Wasserstoff mit der obengenannten) in Berührung kommen; der Versuch brachte immer die Reactionen hervor, wiewohl in der angewandten Säure gar keine Verunreinigung gefunden werden konnte. *Bz.*

J. Löwenthal. Ueber den Ozonwasserstoff. Erdmann J. LXXIII. 116-116†.

Hr. Löwenthal macht darauf aufmerksam, daſs Osann seine Schwefelsäure nicht auf schweflige Säure untersucht habe; fer-

ner, daſs es auch noch kein sichrer Beweis für das Vorhandensein eines activen Wasserstoffes sei, daſs fein zertheiltes Platin mit Wasserstoff und schwefelsaurem Silberoxyd Silber reducire, da ein Metall, welches gewöhnlich ein anderes aus seiner Lösung fälle, unter Umständen auch von diesem gefällt werden könne. *Bz.*

Böttger. Wer hat den eigenthümlichen Geruch bei der Elektrolyse, welcher zur Entdeckung des activen Sauerstoffs geführt hat, zuerst wahrgenommen? Jahresb. d. Frankf. Ver. 1856-1857. p. 32-33†.

Hr. Böttger citirt eine Stelle aus Gehlen's J. d. Chem. u. Phys. V. 314, aus welcher hervorgeht, daſs schon J. W. Ritter bei der Elektrolyse des Kalis und Natrons den Geruch, welcher sich um den positiven Poldraht bildet, und den er mit dem bekannten elektrischen Geruch vergleicht, wahrgenommen und sich überzeugt hat, daſs am negativen Pole der Säule der Geruch nicht auftritt. *Bz.*

A. Riche. Recherches sur l'action du courant électrique sur le chlore, le brome, l'iode en présence de l'eau. C. R. XLVI. 348-352†; Phil. Mag. (4) XV. 328-328; Chem. C. Bl. 1858. p. 959-959.

Wenn man einen galvanischen Strom durch Chlorwasser leitet, so wird zuerst ein Theil des entwickelten Wasserstoffs verbraucht, um sich mit dem Chlor zu verbinden. Nach einiger Zeit aber wird der Wasserstoff reichlich entwickelt und der Sauerstoff verschwindet immer mehr, bis schlieſslich Ueberchlorsäure gebildet wird. Aus wäſsrigen Lösungen von Brom und Jod bildet sich Bromsäure und Jodsäure. Dieselben Verbindungen entstehen aus den verdünnten Wasserstoffsäuren der genannten Salzbilder. Brom und Jod können, wie Chlor, direct mit Wasserstoff verbunden werden, am leichtesten mit Hülfe des Funkenstromes eines Inductionsapparates. Auch mit Sauerstoff verbinden sie und das Chlor sich durch dieses Hülfsmittel, aber nur, wenn Wasser zugegen ist. *Bz.*

---

de Fonvielle et Dehérain. Sur l'action dépolarisante de l'eau oxygénée. C. R. XLVII. 149-153†; Arch. d. sc. phys. (2) IV. 268-269.

Die genannten Herren fanden, dafs eine, mit sauerstoffhaltigem und mit Salzsäure angesäuertem Wasser gefüllte Batterie einen stärkeren Strom liefere, als eine, übrigens ebenso eingerichtete Batterie, deren Flüssigkeit aber keinen freien Sauerstoff enthielt. Um die Wirkungsweise der Flüssigkeit kennen zu lernen, unterwarfen sie diese sowohl, als andere depolarisirend und nicht depolarisirend wirkende der Elektrolyse, und kamen zu folgenden Resultaten: Das sauerstoffhaltige Wasser zersetzt sich unter dem Einflufs der Elektricität in Sauerstoff und Wasser, und verstärkt deshalb beträchtlich die Intensität der Volta'schen Ströme. Der Werth einer depolarisirenden Flüssigkeit scheint von verschiedenen Bedingungen abzuhangen, von ihrer Leitungsfähigkeit, ihrem Reichthum an oxydirenden Substanzen, ihrer Zersetzbarkeit, ihrer Fähigkeit, die Gase oder festen Körper, welche, durch die Zersetzung hervorgebracht, eine nicht leitende Schicht auf den Elektroden bilden können aufzulösen. Man kann sich des Voltameters mit Vortheil bedienen, um in den Vorlesungen die depolarisirende Rolle der Salpetersäure zu zeigen; aus derselben entwickelt sich nur Sauerstoff, an der andern Elektrode färbt sich die Salpetersäure durch Auflösung von Stickoxyd grün; die Verfasser glauben, dafs gewifs wegen dieser auflösenden Eigenschaft die Salpetersäure den Säulen eine so constante Wirkung gebe. Ebenso könnte man den Einflufs des Sauerstoffs durch die grofse Sauerstoff- und die kleine Wasserstoffmenge, welche ein hindurchgeleiteter Strom entwickelt, zeigen. Die Erscheinung ist schon sichtbar, wenn man einige Gramm Baryumsuperoxyd im Voltameterwasser, das mit Salzsäure angesäuert ist, auflöst. *Bz.*

A. R. Grove. On the influence of light on the polarized electrode. Phil. Mag. XVI. 426-433†; Arch. d. sc. phys. (2) IV. 186-187; Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 17-18; Cimento IX. 66-67.

Zwei Platinplatten wurden in verdünnte Schwefelsäure getaucht; die eine war in eine poröse Thonzelle eingeschlossen.

Beide wurden mit einander verbunden, bis alle Ungleichheiten möglichst ausgeglichen waren. Wurden jetzt die Platten mit den Drahtenden eines empfindlichen Galvanometers verbunden, und dann die eine der Platten dem Sonnenlichte ausgesetzt, so zeigte sich jedesmal ein Strom. Die Wirkung war nicht der Erwärmung zuzuschreiben, denn ein, mit strahlender Wärme angestellter Gegenversuch blieb ohne Erfolg, dagegen konnte bestimmt geschlossen werden, dafs die Wirkung vorzugsweise dem violetten Ende des Spectrums eigen ist, da sie entschieden stärker war, wenn das Sonnenlicht durch eine blaue, als wenn es durch eine rothe oder gelbe Platte gegangen war. Hr. Grove überzeugte sich bald, dafs die ganze Erscheinung darauf beruhe, dafs die geringe Polarisation, welche die Platten immer noch behalten hatten, durch die Einwirkung des Lichtes verstärkt wurde, denn in diesem Sinne wurde die Nadel abgelenkt. Er vermag keinen Grund anzugeben, weshalb eine gröfsere Verstärkung dieses Stromes eintritt, wenn nur eine Platte beleuchtet wird, als wenn beide: durch empfindlichere Apparate hofft er diese Wirkung des Lichtes auf Oberflächen, vielleicht einen Einflufs desselben auf katalytische Kräfte genauer studiren zu können. *Bz.*

Böttger. Ueber die Entstehung von Untersalpetersäure und Salpetersäure durch Decomposition der atmosphärischen Luft mittelst Inductionselektricität. Jahresber. d. Frankf. Ver. 1856-1857. p. 31-32; Erdmann J. LXXIII. 494-496†.

Wenn man zwischen zwei feinen Platinspitzen innerhalb einer geschlossenen Glasflasche 15 bis 30 Minuten lang den Funkenstrom eines Inductionsapparates übergehen läfst, so bildet sich Untersalpetersäure, die man an der gelblichen Farbe und an ihrer Einwirkung auf einen in die Flasche getauchten, mit Jodkaliumstärkekleister behandelten Papierstreifen, sowie am Geruche erkennen kann. Die Reaction auf das Papier rührt nicht etwa von Ozon her, denn wenn man die Flasche zuvor mit etwas Schwefelsäure ausgeschwenkt, und dann den Funkenstrom hindurchgeleitet hat, so läfst sich das Vorhandensein der Untersalzsäure in der Schwefelsäure durch Eisenvitriol nachweisen. *Bz.*

E. Linnemann. Ueber die elektrolytische Abscheidung des Kaliums. Erdmann J. LXXIII. 415-418†, LXXIV. 185-186†; Chem. C. Bl. 1858. p. 526-526.

Während die Abscheidung des Kaliums aus wäfsrigen Lösungen eine sehr bedeutende Batterie erfordert, gelang es Hrn. Linnemann, mit sehr geringen Mitteln dieses Metall aus geschmolzenem Cyankalium zu erhalten. Wenn man als negative Elektrode eine Platinplatte, als positive eine Platinspitze in die fliefsende Masse taucht, und dann den Strom einer mindestens zwei-, besser drei- bis vierpaarigen Bunsen'schen Säule durch dieselbe führt, so umgiebt sich die Platinspitze mit kleinen, bald wieder verbrennenden Kaliumkugeln, die sich aber zu gröfseren Massen ansammeln lassen, wenn man die Hitze so mäfsigt, dafs die Decke des Cyankaliums dem Erstarren nahe ist. Da sich aber die Platinplatte allmälig auflöst, so schlägt sich am negativen Pole bald eine Legirung von Kalium und Platin nieder. Dies kann dadurch vermieden werden, dafs man als positive Elektrode eine dünne Kohlenplatte, als negative ein dünnes Graphitstäbchen benutzt, das man erhält, indem man einen gewöhnlichen Bleistift aus dem Holze herausnimmt und sorgfältig zuspitzt. Um ihn mit der Batterie verbinden zu können, wird sein Ende zuerst galvanisch verkupfert, dann an eine Klemmschraube gelöthet und dann die Löthstelle abermals überkupfert. *Bz.*

Böttger. Ueber das, bei der Elektrolyse des Antimonchlorids an der Kathode sich ausscheidende Metall. Jahresber. d. Frankf. Ver. 1856-1857. p. 21-28; Erdmann J. LXXIII. 484-491†; Chem. C. Bl. 1858. p. 519-523; Pogg. Ann. CIV. 292-300.

Ueber den Grund des sonderbaren Verhaltens, welches Gore an Antimonstücken entdeckte, welche aus Chlorantimonlösung durch Elektrolyse abgeschieden waren (Berl. Ber. 1855. p. 451), konnte Hr. Böttger durch seine vielfachen Versuche zwar keine vollkommene Aufklärung bekommen; er überzeugte sich aber, dafs solches explosives Antimon nur aus stark gesäuerter Chlorantimonlösung erhalten werden kann, und dafs es stets eine ge-

wisse Menge wasserfreien Antimonchlorids enthalte, welche man durch Destillation austreiben, aber nicht durch Wasser herauswaschen kann, dafs also diese Substanz unzweifelhaft die Hauptrolle beim Zerspringen der Antimonmasse spiele, und diese Erscheinung nicht etwa einer blofsen Structurveränderung zuzuschreiben sei. *Bz.*

---

v. Wittich. Ueber den Einflufs des galvanischen Stromes auf Eiweifslösungen und Eiweifsdiffusion. Erdmann J. LXXIII. 18-32†.

Hr. v. Wittich bestätigt die Angabe von Golding-Bird (Erdm. J. X. 308), dafs reines Albumin durch einen elektrischen Strom aus einer alkalischen Lösung am positiven, aus einer sauren am negativen Pole abgeschieden wird. Der Versuch gelingt nur, wenn in der Lösung kein Ueberschufs an Alkali oder an Säure vorhanden ist. Die Ausscheidung eines Eiweifshäutchens geschieht durch ganz schwache Ströme, selbst aus sehr verdünnten Lösungen fast momentan. Aus gewöhnlichem Hühnereiweifs scheidet sich ebenfalls coagulirtes Eiweifs am positiven Pole ab, aber auch die negative Elektrode umgiebt sich mit einer dichten Schicht von klarem gallertigen Alkalialbuminat; Versuche mit ganz klarem Blutserum gaben keine Resultate, bis dasselbe vollkommen neutralisirt wurde; dann schied sich sogleich Albumin am positiven Pole aus. Mischungen der Albuminlösung mit verschiedenen Salzen gaben sehr verschiedene Resultate: die Anwesenheit von salpetersauren, schwefelsauren, phosphorsauren und Chlorverbindungen bewirkte ein viel massenhafteres Ausscheiden des Albumins, kohlensaure und kaustische Alkalien verhinderten oder verzögerten es.

Hr. v. Wittich schaltete ferner einen Diffusionsapparat, der im engeren Rohr Albuminlösung, im umgebenden Gefäfse destillirtes Wasser enthielt, in einen Strom ein; jetzt ging der Wasserstrom nicht mehr, wie bei der gewöhnlichen Diffusion, nothwendig zur Albuminlösung, sondern er bewegte sich immer zum negativen Pole hin. Der Uebergang des Albumins zum Wasser wurde ebenfalls ganz durch die Richtung des galvanischen Stromes bestimmt, und zwar um so vollständiger, als man die ein-

fache Endosmose vermied, d. h. je näher man die Elektroden einander brachte. Der Uebergang des Albumins wird ganz unmöglich gemacht, wenn die, in die Lösung desselben tauchende Platinelektrode die scheidende Membran ganz berührt; geschieht dies nicht, so wird der Uebergang des Albumins durch sein elektrolytisches Verhalten, durch welches es stets dem positiven Pole zugetrieben wird, je nach der Richtung des Stromes bald beschleunigt, bald verzögert. *Bz.*

A. Perrot. Action de l'étincelle électrique sur la vapeur d'eau et sur la vapeur d'alcool. C. R. XLVI. 180-181†; Arch. d. sc. phys. (2) I. 278-279; J. d. pharm. 1858. p. 214-214.

— — Note sur la nature de la décomposition qui accompagne le passage de l'étincelle électrique dans la vapeur d'eau. C. R. XLVII. 351-352†; Liebig Ann. CVIII. 113-117.

Hr. Perrot zersetzte sowohl Wasser- als Alkoholdampf durch den Funkenstrom eines Inductionsapparates, und zwar in unvergleichlich gröfserer Menge, als durch einen glühenden Platindraht. Der Alkoholdampf gab nur gasförmige Producte, darunter viel Kohlenwasserstoff, aber kein Wasser; eine genaue Analyse wurde nicht angestellt. Der Wasserdampf gab an der Spitze Knallgas mit Ueberschufs an Wasserstoff, so dafs eine rein elektrolytische und eine thermische Zersetzung gleichzeitig stattzufinden scheint. Ein Inductionsapparat, bei dessen Schliefsung kein Funkenübergang stattfindet (in einem Voltameter mit Kupfervitriollösung), giebt nur einen einzigen Strom. Die Einschaltung des Condensators vergröfsert die Funken, vermindert aber die elektrolytische Wirkung. Auch mit Reibungselektricität kann man Wasserdampf zersetzen; aber nur langsam; es kommt dabei mehr auf die Zahl, als auf die Stärke des übergehenden Funken an. *Bz.*

Quet. Note sur un phénomène de polarité dans la décomposition des gaz par l'étincelle électrique et sur les produits que l'on obtient en décomposant l'alcool par l'étincelle électrique ou la chaleur. C. R. XLVI. 903-905†; Inst. 1858. p. 169-169; Arch. d. sc. phys. (2) II. 262-265.

Hr. Quet führt den Strom eines Ruhmkorff'schen Apparates

durch ein horizontalliegendes Glasrohr, welches ölbildendes Gas enthält, und in dessen Axe sich zwei Drähte, in Kupferkugeln endigend, befinden, welche letztere bis zum Funkenübergange einander genähert sind. Sobald der Strom beginnt, bedecken sich beide Kugeln mit schwarzen Flecken, aus denen horizontal warzenförmige Fortsätze heranwachsen, bis sie sich berühren; von da an geht der Strom ohne Funken durch das Rohr. Auf die Glaswände gelangt keine Kohle, so dafs deren Ablagerung einer polaren Zersetzung zuzuschreiben ist. Wenn statt der beschriebenen Vorrichtung ein gewöhnliches Eudiometer angewandt wird, so führen die durch die Temperaturerhöhung erzeugten Gasströmungen die Kohle fort, so dafs sie sich als ein herabhängendes Rufs auf die Glaswände absetzt. Bei einer analogen Zersetzung von Schwefelwasserstoff wird der Schwefel zu schnell fortgeführt, um das Polare der Erscheinung erkennen zu können. Wird flüssiger Alkohol durch den Funkenstrom zersetzt, so wird er schnell sauer, es bilden sich schwarze Flocken und eine harzige Substanz. Setzt man dem Alkohol etwas Kali hinzu, so wird die Zersetzung sehr beschleunigt, und es bilden sich grofse Gasmengen. Leitet man dieses Gas, oder auch das durch Zersetzung des Alkohols durch die Wärme in eine amoniakalische Auflösung von Kupferchlorür oder Chlorsilber, so bildet sich im ersten Falle ein matt kupferrother, im zweiten ein weifser, sich bräunender Niederschlag, welcher beim Erhitzen bis 100°, oder beim Schlagen mit einem Hammer mit einer Lichterscheinung detonirt. *Bz.*

---

37. Elektrodynamik.

A. Bewegungserscheinungen in der galvanischen Kette.

Bertin. Sur la rotation électromagnétique des liquides. C. R. XLVII. 307-309; Ann. d. chim. LV. 304-330†; Phil. Mag. (4) XVI. 319-320; Z. S. f. Naturw. XII. 477-477.

Hr. Bertin hat die elektrodynamische Rotation von Flüssigkeiten unter dem Einfluſs von Magneten und Stromspiralen experimentell und theoretisch untersucht. Er bedient sich eines ringförmigen Gefäſses aus Steingut, dessen innere und äuſsere Wand mit ringförmigen Kupferblechen bekleidet waren, die als Elektroden dienten. Der rinnenförmige Zwischenraum zwischen beiden Blechen wurde mit der Flüssigkeit gefüllt[1]). Es wurde vorzugsweise Kupfervitriollösung angewendet, welche den doppelten Vortheil hatte, gefärbt zu sein und nicht zu starker Gasentwickelung Anlaſs zu geben. Die Bewegung konnte durch aufgestreutes Lycopodiumpulver leichter sichtbar gemacht werden. Die Untersuchung ergab die nach einfachen auf das Biot-Laplace'sche und Ampère'sche Gesetz gegründeten Betrachtungen vorauszusehenden Resultate. Nennt man neutrale Flächen diejenigen Flächen, welche die Theile des Raums, in denen die Rotation im entgegengesetzten Sinne stattfindet, von einander scheiden, so ergiebt sich Folgendes.

A. Rotationen unter dem Einfluſs von Magnetstäben.

1) Ist die Magnetaxe vertical, so ist die neutrale Fläche eine Rotationsfläche vom sechsten Grade, welche mit einem zweifächrigen Rotationshyperboloid Aehnlichkeit hat und deren Scheitel in den Magnetpolen, also um eine gewisse Strecke von den Enden des Magnetstabes entfernt liegen. In dem ganzen Raum zwischen den beiden Theilen der Fläche findet die Rotation in gleichem Sinne statt, mag übrigens die Magnetaxe durch den

[1]) Eines ganz ähnlichen Apparates hat sich Ritchie bedient (Phil. Trans. 1832. p. 279).

Ring hindurchgehen oder sich ganz aufserhalb desselben befinden. In den von den beiden Flächentheilen abgegrenzten Polräumen ist die Richtung der Rotation übereinstimmend und der Richtung im mittleren Raum entgegengesetzt.

2) Ist die Magnetaxe horizontal, so giebt es zwei neutrale Ebenen, die Horizontalebene des Magnets und die durch seine Mitte senkrecht auf die Axe gelegte Verticalebene.

Natürlich wechselt in jedem Theile des Raumes die Richtung der Rotation mit der Stromesrichtung. Hr. Bertin hat auch die Wirkung eines Magneten auf die Flüssigkeiten, in denen die Stromrichtung vertical war, untersucht, und mit der Theorie in Uebereinstimmung gefunden, und waren die Rotationen hier weniger schnell und die Bestimmung der neutralen Flächen schwieriger.

B. Rotationen unter dem Einflufs von Stromspiralen.

Die Wirkung von Stromspiralen ist im Allgemeinen der von Magneten analog, zeigt aber doch bewerkenswerthe Abweichungen, indem eine Stromspirale keineswegs mit einem hohlen Magneten verglichen werden darf. Letzterer ist vielmehr, wie bekannt, als ein System von unendlich dünnen Solenoiden zu betrachten. Es ist daher die Rotationsrichtung im Hohlraume eines magnetischen Hohlcylinders dieselbe wie aufserhalb, bei einer Spirale hingegen die entgegengesetzte. Die Angabe von de la Rive (Traité de l'électr. I. 248), dafs letzteres auch bei hohlen Magneten der Fall sei, ist irrig. Die entgegengesetzten Resultate im Versuche beider Physiker beruhen jedenfalls in einem Mifsverständnifs hinsichtlich der Stromesrichtung. Ist der Strom in der Flüssigkeit in beiden Fällen centripetal, wie Hr. Bertin immer voraussetzt, so ist seine Angabe jedenfalls die richtige und in Einklang mit der Theorie. Für den ganzen äufseren Raum ist die Wirkung einer Spirale der eines Magneten gleich.

Zum Davy'schen Rotationsversuch bedient sich Hr. Bertin anstatt des Quecksilbers lieber ungesäuerten Wassers, wobei schwächere Ströme hinreichend sind. Um die Rotation einem gröfseren Auditorium sichtbar zu machen, setzt er auf die Flüs-

sigkeit einen Schwimmer von Kork, welcher, um die Adhäsion an den Gefäſswänden zu vermeiden, in einer Terpenthinflamme beruſst wird. *Im.*

O. v. Feilitzsch. Magnetische Rotationen unter Einfluſs eines Stromleiters von unveränderlicher Gestalt. Pogg. Ann. CV. 535-543†; Cosmos XIV. 444-445.

Wir verdanken Hrn. v. Feilitzsch eine schätzenswerthe Bearbeitung der bisher vorliegenden Rechnungs- und Versuchsresultate hinsichtlich der elektromagnetischen Rotationen [1]). Um so auffallender muſs es daher erscheinen, daſs derselbe bei Anwendung der Theorie auf die in der vorliegenden Abhandlung beschriebenen Versuche mehrere Irrthümer begeht, durch welche er zu der Ansicht gelangt, daſs verschiedene von Ampère ausgesprochene Sätze überhaupt nicht, oder doch nur mit gewissen Restrictionen richtig seien. Der erste der angegriffenen Sätze lautet mit den Worten, mit welchen Hr. v. Feilitzsch selbst denselben im Anfang der Abhandlung (und in Karsten's Encyclopädie 4. Lieferung p. 300) ausspricht:

„Ein Magnet kann keine continuirlichen Rotationen um einen geschlossenen Strom vollführen, wenn alle Theile des Stromes fest unter einander verbunden sind".

Der Beweis dieses Satzes beruht bekanntlich darauf, daſs das Drehungsmoment, welches ein beliebiger linearer Stromleiter auf einen Magnetpol ausübt, durch die Formel μi (cos ϑ_1 — cos ϑ_2) ausgedrückt wird, in welcher ϑ_1 und ϑ_2 die Winkel bezeichnen, welche die Richtungen der graden Linien, welche beide Endpunkte des Stromleiters mit dem Magnetpol verbinden, mit der Richtung der Drehungsaxe einschlieſsen. Fallen daher beide Endpunkte des Stromleiters zusammen, oder ist derselbe ein geschlossener, so wird das Drehungsmoment Null und die Kräfte, welche der geschlossene Strom auf den Magnetpol ausübt, lassen sich vollständig in eine Resultante vereinigen, deren Angriffspunkt im Magnetpol liegt. Diese Resultante läſst sich überdies durch eine Potentialfunction darstellen, und der Magnetpol wird immer eine

[1]) In Karsten's Encyklopädie der Physik.

stabile Gleichgewichtslage annehmen, bei welcher das Potential ein Maximum ist, aber keine continuirlichen Rotationen vollführen. Es ist merkwürdiger Weise Hrn. v. Feilitzsch entgangen, daſs diese Folgerungen vollkommen gültig bleiben für eine beliebig verzweigte geschlossene Stromleitung, denn eine solche kann man sich, wie aus den Gesetzen der linearen Stromverzweigung hervorgeht bezüglich ihrer elektrodynamischen Wirkungen immer in ein System von unverzweigten geschlossenen Strömen zerlegt denken. Der Versuch, durch welchen Hr. v. Feilitzsch nachweisen will, daſs der Satz von Ampère für verzweigte Stromleitungen nicht mehr gültig sei, ist folgender: Eine Anzahl von Kupferdrähten wurden in der Art wie die Meridiankreise eines Globus mit einander verbunden. Am oberen Pol waren sie durch eine Metallkappe mit einander in Verbindung gesetzt, am unteren hingegen an eine hohle Metallhülse gelöthet, welche mit dem einen Pol der Kette verbunden wurde. Durch die Axe der Hülse und der Kugel ging isolirt der andre Stromleiter bis zur oberen Metallkappe. Diese axiale Leitung bestand aus drei Stücken: das untere war ein starker Kupferdraht, oben mit einem Quecksilbernäpfchen versehen, das zweite ein kürzerer unten zugespitzter, oben ebenfalls mit einem Näpfchen versehener Draht, welcher einen hufeisenförmigen Magneten trug, in dessen Biegung er parallel zu seinen Schenkeln eingeschraubt war (also fest mit dem Magneten verbunden) — das dritte Stück der axialen Leitung bildete ein Draht, der von der oberen Metallkappe bis in das oberste Quecksilbernäpfchen herabreichte. Beide Enden des Hufeisens bildeten gleichnamige Pole — der entgegengesetzte Pol lag in der Biegung. Es ist nun klar, daſs die bei diesem Apparat eintretende Rotation mit dem Ampère'schen Gesetz und der Ampère'schen Formel in vollem Einklang steht, da hier eben nicht alle Theile des Stromleiters unter einander, sondern ein Theil desselben mit dem Magnet zu einem starren System verbunden, gegen die übrigen Stromtheile aber beweglich ist. Daſs dieser Theil des Stromleiters in der Rotationsaxe selbst liegt, und darum die Gestalt des Stromkreises bei der Rotation ungeändert bleibt, ändert an der Brauchbarkeit der Formel gar nichts.

Der zweite „Trugschlufs", der Ampère zur Last gelegt wird, ist folgender: Es sei *ns* ein Magnetstab und *g* die Projection eines senkrecht zur Ebene des Papiers stehenden Stromleiters. Die Wirkung des Magneten auf ein Stromelement in *g* ist von gleicher Richtung und Gröfse, mag sich *g* links oder rechts vom Magnetstab befinden. Es scheint danach, als ob der frei bewegliche Stromleiter, wenn ihm der Magnetstab kein mechanisches Hindernifs darböte, sich unter dem Einflufs dieser Kraft durch denselben hindurch continuirlich von *g* bis g_1 bewegen würde. Dies ist, wie sich aus einfachen Betrachtungen ergiebt, nicht richtig, da die Fiction, den Magnetismus in den Polen *n* und *s* concentrirt zu denken, nicht zulässig bleibt, sobald ein Stromelement dem Solenoid *ns* unendlich nahe kommt. Dächte man sich das Solenoid mitten durchschnitten, um dem Leiter den Durchgang zu gestatten, so würden an den Enden beider Bruchstücke zwar neue Magnetpole entstehen, deren Wirkungen immer von *n* und *s* entgegengesetzt und unendlich stärker wären. Ampère schlofs aus ähnlichen Betrachtungen mit vollem Recht, dafs der Magnet dem Stromleiter nicht nur ein mechanisches, sondern auch ein elektrodynamisches Hindernifs darbietet. Der Versuch, durch welchen Hr. v. Feilitsch diesen Schlufs zu widerlegen sucht, leidet an demselben Fehler, wie der oben beschriebene. Es wird ein Magnet in Form einer ringförmigen Platte benutzt, deren Radien sämmtlich nach innen südmagnetisch, nach der Peripherie hin nordmagnetisch sind. Die Scheibe ist horizontal und um ihre verticale Axe drehbar aufgehängt. Auf ihrer oberen Seite trägt dieselbe eine concentrische Quecksilberrinne, in welche der eine Poldraht taucht, während von unten an der entsprechenden Stelle die Scheibe von einem Quecksilbermeniskus berührt wird, der mit dem andern Poldraht in Verbindung steht. Leitet man einen Strom hindurch, so rotirt die magnetische Scheibe unter Einflufs des Stromleiters. Es kann nur auf einem gänzlichen Mifsverständnifs der Schlufsweise von Ampère beruhen, wenn Hr. v. Feilitzsch durch diesen Versuch etwas gegen dieselbe zu beweisen glaubt, denn erstens rührt die Kraft, welche die Rotation der Magnetscheibe bewirkt, nicht

nur von der Wirkung des Stromleiters auf den einen Radius her, welchen der Strom gerade durchkreuzt, sondern von der gleichzeitigen Wirkung auf alle Radien und zweitens sind gerade diejenigen Leiterelemente, auf welche es ankommt, in denen nämlich Strom und Magnet sich durchkreuzen, nicht mit den übrigen Theilen der Stromleitung, sondern mit dem Magnet zu einem starren System verbunden. Die Wirkung dieser Stromelemente auf den Magnet, welche eine Rotation im entgegensetzten Sinne bewirken würde, wird daher durch die gleich grofse und entgegengesetzte des Magnets auf den Stromleiter vermöge der inneren Kräfte des Systems aufgehoben und es bleibt nur die Wirkung der übrigen Stromtheile übrig, welche, da sie einen ungeschlossenen Stromleiter bilden, eine continuirliche Rotation hervorbringen können. *Im.*

A. PAALZOW. Ueber einige Bewegungserscheinungen innerhalb des Schliefsungsbogens der galvanischen Kette. POGG. Ann. CIV. 413-421†.

W. ROLLMANN. Das Trevelyaninstrument, bewegt durch den galvanischen Strom. POGG. Ann. CV. 620-623†.

Hr. PAALZOW behandelt zwei wesentlich verschiedene Bewegungserscheinungen in der galvanischen Kette.

Wenn man auf eine Kupferplatte ein dünnes Platinblech legt und darauf ein Stück BUNSEN'scher Kohle von der Form eines Halbrings, in dessen einem freien Ende eine Vertiefung angebracht ist, so grofs, dafs ein Quecksilbertropfen darin Platz findet; wenn man darauf das Kupferblech mit einem Pol einer Kette von vier BUNSEN'schen Elementen verbindet und den andern Poldraht in den Quecksilbertropfen taucht, so nimmt die Kohle eine wiegende Bewegung von ziemlicher Regelmäfsigkeit an. Dünnes Kupfer- und Messingblech zeigen die Erscheinung viel schwächer als Platin, andre Metalle gar nicht; dieselbe bleibt aus, wenn die Bleche auf eine Kupferplatte von bedeutender Dicke festgelöthet werden. Während des Wiegens bemerkte man den Uebergang von Funken zwischen Kohle und Platinblech. — Hr. PAALZOW weist nach, dafs die Erscheinung nicht mit der elektrody-

namischen Abstofsung der beweglichen Theile des Schliefsungsbogens auch nicht von dem gewaltsamen Fortschleudern von Kohlentheilchen beim Funkenübergang zwischen Platin und Kohle herrühren kann. Er findet den Grund vielmehr in der ungleichmäfsigen Erwärmung und dadurch bewirkten Formveränderung des Bleches, welches jedesmal da, wo die Berührung zwischen Blech und Kohle stattfindet und wo der Funken übergeht, eine Ausbiegung verbindet, wodurch die Kohle aus ihrer Gleichgewichtslage kommt.

Hr. Rollmann vergleicht den Paalzow'schen Wieger mit einem Trevelyaninstrument, welchem die zur Erhaltung seiner Bewegung erforderliche Wärme durch den galvanischen Strom zugeführt wird. Hr. Rollmann hat über das Trevelyaninstrument schon früher derartige Versuche angestellt und diesen jetzt neuen Versuchsreihen beigefügt, in welchen er nachgewiesen, dafs Wieger von der beim Trevelyaninstrument üblichen Form aus Kupfer, Messing, Stahl, Gaskohle auf Trägern von den meisten Metallen oder von Gaskohle durch den galvanischen Strom in dauernde Schwingungen gerathen. Die Träger wurden, wie dies schon von Seebeck und Tyndall geschehen, in Form von zwei Spitzen ausgearbeitet. Es genügte zur Erzeugung der Schwingungen ein Zinkeisenelement. Auch konnte man beide Spitzen des Trägers gegen einander isoliren, und es genügt dann, den Strom durch eine von beiden Spitzen zuzuleiten.

Der zweite Theil der Abhandlung des Hrn. Paalzow betrifft die Bewegungserscheinungen von Elektrolyten, welche bei Anwesenheit von metallischen Quecksilber zersetzt werden. Die meisten früheren Beobachter suchten die Ursache der Bewegung in der anziehenden und abstofsenden Kraft der Pole der Säule, wobei es auffallend war, dafs aufserordentlich geringe Kräfte ziemlich bedeutende Massen in so lebhafte Bewegung versetzen konnten. Hr. Paalzow unterstützt diejenige Ansicht, nach welcher die Bewegungserscheinungen durch die chemische Einwirkung der Jonen auf das Quecksilber hervorgerufen werden. Der galvanische Strom würde danach den Bewegungen nur eine bestimmte Richtung anweisen, indem er die Zersetzung an bestimmten Stellen bewirkt. Ein wesentliches Moment bildet dabei das

verschiedene capillare Verhalten des reinen und des mit einer Oxydschicht überzogenen Quecksilbers. Bringt man auf reines Quecksilber einen Tropfen Wasser und in dasselbe einen Krystall von Chromsäure, so breitet sich der Wassertropfen mit grofser Geschwindigkeit auf dem Quecksilber aus, das sich mit einer Schicht von Quecksilberoxydul und Chromoxyd bedeckt und eine zähe teigige Masse von gröfserer Breite und geringerer Dicke, als vorher bildet. Durch verdünnte Schwefelsäure wird die Oxydschicht weggenommen und das Quecksilber nimmt seinen früheren Glanz und seine frühere Form wieder an. Durch ein alternirendes Eintreten beider Zustände erklärt sich die Bewegung, welche man wahrnimmt, wenn sich ein Krystall von chromsaurem Kali in verdünnter Schwefelsäure bei Gegenwart von Quecksilber auflöst. — Breitet man auf einer Quecksilberfläche einen Wassertropfen von 6 Linien Durchmesser aus und bringt in denselben einen kleinen Krystall von unterschwefligsaurem Natron, so zieht sich der Wassertropfen sogleich, indem er sich höher wölbt, zu einem kleineren Durchmesser zusammen, weil durch die reducirende Wirkung des Salzes die Quecksilberoberfläche gereinigt wird. In gleicher Weise, wie durch diese direct chemischen Einwirkungen, ändert sich der Cohäsionszustand des Quecksilbers und sein Verhalten gegen einen darauf befindlichen Wassertropfen, indem man dasselbe abwechselnd zur positiven und negativen Elektrode eines galvanischen Stromes macht. Schon die kurze Dauer aufeinander folgender Oeffnungs- und Schliefsungsinductionströme genügt, um eine abwechselnde Ausbreitung und Zusammenziehung des Wassertropfens zu bewerkstelligen. *Im.*

G. Gore. On the rotation of metallic tubes and spheres by electricity. Phil. Mag. (4) XV. 519-522†; Cosmos XIII. 29-29; Inst. 1858. p. 310-310, p. 315-317; Ann. d. chim. LV. 248-249; Arch. d. sc. phys. (2) III. 88-89; Cimento VIII. 189-190; Athen. 1858. II. 20-20; Pogg. Ann. CVII. 455-457†.

Nimier. Répétition de l'expérience de M. Gore. Cosmos XIII. 57-58†.

van Breda et Logeman. Sur l'expérience de M. Gore. Cosmos XIII. 144-147†.

Der Versuch des Hrn. Gore ist folgender: Legt man zwei Metallschienen parallel nebeneinander und quer über dieselben ein drittes Metallstück in Form einer leichten cylindrischen Röhre und leitet man einen starken galvanischen Strom von einer Metallschiene durch die Röhre zu der anderen, so beginnt die Röhre von selbst oder durch einen geringen Anstofs hin und her zu schwanken, oder wenn die Schienen und die Röhre selbst gleichförmig genug sind, continuirlich zu rollen. Um eine fortdauernde rollende Bewegung in einer Richtung zu erhalten, wählt Hr. Gore als Unterlage zwei concentrische Blechringe, von denen der äufsere $\frac{1}{4}$ Zoll höher ist als der innere, und legt auf dieselbe eine möglichst rund und gleichmäfsig gearbeitete hohle Kupferkugel von 500 Gran Gewicht und etwa 2 Zoll Durchmesser. Während des Rollens erhitzt sich die Kugel bedeutend; man hört dabei ein knisterndes Geräusch und beobachtet im Dunklen zuweilen den Uebergang von Funken an den Contactstellen. Die Richtung der Bewegung hängt übrigens nur von dem ersten Anstofs ab, und dieselbe geht, unabhängig von der Stromrichtung, rechts und links gleich leicht von statten. Hr. Gore spricht die Vermuthung aus, dafs die Bewegung von der localen Erwärmung der Contactstellen herrühre, und vergleicht dieselbe mit der des Trevelyaninstruments. Jedenfalls gehört sie in dieselbe Kategorie, wie die im obigen Bericht über die Abhandlung des Hrn. Paalzow beschriebene Erscheinung.

Hr. Nimier hat den Versuch des Hrn. Gore wiederholt, ohne etwas wesentlich Neues hinzuzufügen.

Die Herren van Breda und Logeman suchen die Erscheinung aus der elektrodynamischen Abstofsung der auf einander folgenden Stromelemente zu erklären, und führen merkwürdiger Weise grade zur Bestätigung dieser Ansicht das unter Einflufs des galvanischen Stromes vibrirende Trevelyaninstrument an, dessen Bewegung also ebenfalls von den abwechselnden elektrodynamischen Abstofsungen an beiden Contactstellen herrühren soll.

Am Schlufs wird folgender Versuch zum Nachweis der Ab-

stofsung der auf einander folgenden Stromelemente angeführt. An den Balken einer empfindlichen Wage wird ein Kupferdraht in Gestalt eines umgekehrten *U* aufgehängt, dessen Enden in zwei getrennte Quecksilbernäpfchen nur $\frac{1}{2}^{mm}$ tief eintauchen und in dieser Stellung äquilibrirt. Leitet man dann einen hinreichend starken Strom hindurch, so wird der Draht lebhaft aus dem Quecksilber gestofsen und der Strom dadurch unterbrochen. Indem der Wagenbalken sich wieder senkt, taucht der Draht von Neuem ein und das Spiel wiederholt sich beliebig oft. *Im.*

B. Inductionsströme.

E. Schering. Zur mathematischen Theorie elektrischer Ströme. Göttingen 1857. p. 1-35†; Pogg. Ann. CIV. 266-279†.

Die Gesetze der Induction elektrischer Ströme waren einerseits von Weber aus seinem elektrischen Grundgesetz, andrerseits von Neumann aus einem allgemeinen Princip hergeleitet worden, das auf die Lenz'sche Regel gegründet war. Wiewohl beide Principien für den Integralwerth der in einer geschlossenen Stromleitung inducirten elektromotorischen Kräfte zu übereinstimmenden Resultaten geführt hatten, so war doch die Identität beider nicht allgemein nachgewiesen. Um diese Lücke auszufüllen, war von der philosophischen Facultät der Göttinger Universität die Preisaufgabe gestellt worden, aus dem allgemeinen Weber'schen Gesetz das Neumann'sche Princip abzuleiten. Diese Aufgabe ist von Hrn. Schering mit Hülfe einer eigenthümlichen Transformation des aus dem Weber'schen Gesetze folgenden Differentialausdrucks für die elektromotorische Kraft gelöst worden. Da ein Auszug innerhalb der hier gebotenen Grenzen nicht wohl verständlich sein würde, so mufs auf die Originalabhandlung, respective auf die Inhaltsangabe des Verfassers in Poggendorff's Annalen verwiesen werden. *Im.*

C. Matteucci. Sur un nouveau phénomène d'induction électro-magnétique. C. R. XLVI. 120-124, 378-378†; Arch. d. sc. phys. (2) I. 184-188, 279-280.

An die beiden Enden eines cylindrischen Stabes von weichem Eisen von 6 bis 700 Millimeter Länge und 3 bis 9 Millimeter Durchmesser sind zwei Kupferdrähte gelöthet und mit den Elektroden eines Galvanometers verbunden. Der Stab ist senkrecht zur Ebene des magnetischen Meridians befestigt und von einer Magnetisirungsspirale umgeben. Wird der Strom dieser Spirale geöffnet oder geschlossen, so zeigt das Galvanometer keinen Inductionsstrom an. Ertheilt man aber dem Eisenstab, während die Spirale geschlossen bleibt, eine elastische Torsion nach rechts oder links, so erhält man sofort einen Ausschlag am Galvanometer. Die Torsion in entgegengesetzten Richtungen bringt auch Inductionen in entgegengesetztem Sinne hervor. Die Detorsion hat einen entgegengesetzten Inductionsstrom zur Folge, wie die vorhergegangene Torsion. Ertheilt man dem Stabe eine Torsion, während die Magnetisirungsspirale geöffnet ist, so bewirkt die darauf folgende Schliefsung einen Inductionsstrom in demselben Sinne, wie man ihn erhalten hätte, wenn man den Stab bei geschlossener Spirale in derselben Richtung tordirt hätte. Oeffnet man die Spirale, während der Stab noch tordirt ist, so erhält man denselben Strom, wie durch die Detorsion bei geschlossener Spirale. Detordirt man darauf den Stab und schliefst die Spirale, während der Stab in seiner natürlichen Lage bleibt, so erhält man abermals einen Inductionsstrom in der der Detorsion entsprechenden Richtung. Nur so lange die Torsionen innerhalb der Elasticitätsgrenze bleiben, ist die Intensität der Inductionsströme dem Torsionswinkel proportional. Hat man zuvor dem Stab eine permanente Torsion ertheilt, so bewirkt eine darauf folgende elastische Torsion einen gleich grofsen Inductionsstrom, wie wenn die permanente Torsion nicht vorhanden wäre. — Gehärtete Stahlstäbe geben schwächere Ströme, als weiches Eisen.

Hr. Matteucci erklärt diese Erscheinungen dadurch, dafs er den Magnetstab als ein Bündel von Fasern betrachtet, welche im natürlichen Zustand der Axe parallel sind, durch die Torsion

aber eine spiralförmige Anordnung erhalten. Die magnetische Axe des Stabes bleibt in Folge der geringen Coercitivkraft des weichen Eisens ungeändert, und die Wirkung ist dieselbe, wie wenn man einen Anfangs der Axe parallelen Stromleiter spiralförmig um dieselbe gewunden hätte. Die Richtung der Ströme stimmt mit dieser Hypothese überein und Hr. Matteucci hat in der That dieselben Ströme erhalten, indem er einen Kupferdraht erst parallel der Axe der Magnetisirungsspirale ausspannt und dann bei geschlossener Spirale, während das eine Ende des Drahtes fest blieb, das andere spiralförmig um dieselbe herumführte. Man würde übrigens dieselbe Stromrichtung erhalten, wenn man sich umgekehrt dächte, dafs die Stromleitung immer parallel der Stabaxe bliebe, und umgekehrt die magnetischen Axen der einzelnen Molecüle durch die Torsion spiralig angeordnet würden, wie dies durch die Untersuchungen von Wertheim [1]) und Wiedemann [2]) wahrscheinlich gemacht wird. *Im.*

Verdet. Note sur le mémoire de M. Masson relatif à la constitution des courants induits de divers ordres. Ann. d. chim. (3) LIII. 46-47. Siehe Berl. Ber. 1856. p. 525.

A. Masson. Observations sur la note de M. Verdet. Ann. d. chim. (3) LIII. 459-462†.

Diese Notizen enthalten lediglich Prioritätsstreitigkeiten. *Im.*

C. Inductionsapparate.

Gassiot. Description of a Ruhmkorff's induction apparatus, constructed by Mr. Ritchie. Phil. Mag. (4) XV. 466-469†; Ann. d. chim. LIV. 250-251; Dingler J. CL. 26-28.

Ladd. Note sur quelques modifications de la machine de Ruhmkorff. Cosmos XIII. 561-562†; Inst. 1859. p. 16-16; Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 26-27.

[1]) Berl. Ber. 1855. p. 522.
[2]) Berl. Ber. 1858. (siehe unten Pogg. Ann. CIII. 563.)

Jean. Résultats obtenus avec des bobines d'induction construites par lui. C. R. XLVI. 186-186†; Inst. 1858. p. 37-37.

du Moncel. Ueber Jean's Verbesserungen des Ruhmkorff'schen Inductionsapparates. Bull. d. l. Soc. d'enc. 1858. p. 232; Dingler J. CXLIX. 359-363†.

N. J. Callan. A description of a contact breaker superior to any hitherto made, and of certain effects of a condenser on the various kinds of contact breakers. Phil. Mag. (4) XV. 255-259†.

Bei dem von Hrn. Ritchie construirten Inductionsapparat geschieht die Unterbrechung durch ein mit der Hand gedrehtes Zahnrad, welches auf eine Feder wirkt, wodurch es möglich wird, den Einflufs der Geschwindigkeit der Unterbrechungen innerhalb weiterer Grenzen zu untersuchen. Die Spirale des Hrn. Ritchie müssen Erstaunliches leisten, denn Hr. Gassiot spricht von einer Schlagweite von 12¼ Zoll (— in freier Luft —?) Die Gesammtlänge des Inductionsdrahtes ist 73650 engl. Fufs. Der Apparat besitzt drei Condensatoren von resp. 50, 100 und 150 Quadratfufs Oberfläche, welche combinirt werden können (vergl. Berl. Ber. 1857. p. 413).

Hr. Ladd braucht zur Isolation der Drahtlagen die dünnste Guttapercha, welche man im Handel erhält, in mehrfachen Schichten. Der Condensator besteht aus 50 Stanniolblättern von je 9 Quadratdecimeter Oberfläche, die paarweise durch Firnifspapier oder Guttapercha getrennt sind. Mit einem 10 Kilometer langem Draht erhielt er 15 Centimeter Schlagweite, und glaubt mit seinem Apparat 56 Minen gleichzeitig zünden zu können.

Hr. Jean hat an dem Ruhmkorff'schen Apparat Verbesserungen angebracht, in deren Folge es ihm gelungen ist, Funken von 30 Centimeter Länge in freier Luft zu erhalten und eine 3 Centimeter dicke Glasplatte zu durchbohren. Die inducirende Spirale besteht aus 4 Lagen, die inducirte aus 50 Lagen von Windungen. Der Draht der ersten hat 1½, der der zweiten ¼ Millimeter Durchmesser. Die Drahtlagen der inducirten Spirale sind durch zwei Blätter Fliefspapier getrennt. Zur Isolirung dient, wie Poggendorff vorgeschlagen, Terpenthinöl, in welches die ganze Spirale getaucht wird. Um die Durchdringung der

Drahtlagen mit diesem Isolirungsmittel vollständig zu machen, wird die Spirale in einen Recipienten gebracht, welcher evacuirt werden kann, und so eingerichtet ist, dafs die Durchdringung im luftleeren Raum bewerkstelligt wird. Zur Unterbrechung des Stromes benutzt Hr. Jean den Quecksilberunterbrecher von Foucault (Berl. Ber. 1856. p. 517), an dessen Hebel eine durch eine Stellschraube verschiebbare Kugel befestigt ist, welche das Trägheitsmoment des Hebels und somit die Geschwindigkeit der Untersuchungen zu reguliren gestattet. Der Condensator besteht aus Stanniolblättern, die zwischen Harzpapier auf einander geschichtet und abwechselnd mit den Poldrähten des Unterbrechers verbunden sind.

Da die Isolirung durch Terpenthinöl eine unbegrenzte Vermehrung der Elemente gestattet, ohne dafs man besorgt zu sein braucht, der Inductionsspirale zu schaden, so konnte die Wirkung aufserordentlich gesteigert werden. Um mittelst des Apparats starke Ladungen von statischer Elektricität zu erhalten, nahm man viereckige Glastafeln von 3 Millimeter Dicke und 60 Centimeter Seite; auf beide Seiten wurden Stanniolblätter geleimt, so dafs ringsum ein Rand von 5 Centimeter Breite frei blieb. Diese Ränder wurden darauf in eine geschmolzene Mischung von $\frac{1}{4}$ Fichtenharz und $\frac{3}{4}$ Erdharz getaucht. Wenn der Harzüberzug die gehörige Dicke erlangt hat und erkaltet ist, setzt man alle Tafeln zu einer Batterie zusammen, die in einem geeigneten Trog eingeschlossen ist. Nachdem die Communicationen der Poldrähte gehörig hergestellt sind, wird der ganze Trog mit der Harzmischung gefüllt. Ein Poldraht der Batterie wird dann mit einer isolirten und schwach gefirnifsten Kupferscheibe verbunden, der andre wird mit dem einen Ende des Inductionsdrahtes der Kupferscheibe bis auf 6 Centimenter genähert, wo dann durch die überspringenden Inductionspunkte die Batterie innerhalb 15 Secunden bis zu 3 Centimeter Schlagweite geladen wird. — Um eine dicke Glasplatte zu durchbohren, werden die Rheophoren des Inductionsdrahtes in Glasröhren mit Harz eingekittet und an zwei gegenüberliegenden Stellen der Glasplatte mittelst dicker Schichten von Harz an dieselbe angekittet. Damit der Funken eine 3 Centimeter dicke Glasplatte

durchbohren kann, mufs er in der freien Luft mindestens 30 Centimeter Länge haben. Die Durchbohrung ist fast nur eine augenblickliche; sie findet nur nach und nach in Folge successiver Entladungen statt, welche durch die aus freier Hand bewerkstelligten Unterbrechungen des Stromes hervorgebracht werden. Während dieser Zeit sieht man den Funken am negativen Pol, welcher nach und nach in das Glas sich Bahn bricht; beim Durchschlagen geht die Durchbohrung ohne Geräusch vor sich. Das Loch, obgleich sehr klein, ist gewöhnlich gekrümmt und mit glänzenden Rauhigkeiten besäet, welche auf eine Reihe von Rissen schliefsen lassen. Das Glas selbst zeigt in der Umgebung des Loches Eigenschaften der Polarisation, analog denen, welche es durch Pressung oder Härtung erlangt.

Die Einrichtung des Unterbrechers des Hrn. Callan beruht auf demselben Princip, wie der Quecksilberunterbrecher von Foucault (Berl. Ber. 1856. p. 517). Anstatt des Platins braucht Hr. Callan amalgamirtes Kupfer, welches bessern Contact mit dem Quecksilber und daher bessere Wirkungen, als Platin giebt. Dasselbe verlangt aber eine gröfsere Schwingungsweite, wegen der Adhäsion des amalgamirten Kupfers am Quecksilber. Hr. Callan bringt deshalb die Unterbrechungsstelle am Ende des längeren Armes eines zweiarmigen Hebels an, dessen kürzerer Arm durch den Elektromagneten in Bewegung gesetzt wird. Anstatt die Unterbrechung unter Alkohol vor sich gehen zu lassen, kann man Terpenthinöl oder Oel anwenden, welches letztere den Vorzug hat, nicht zu verdunsten. Bei Anwendung dieses Unterbrechers wurde die Wirkung des Apparats durch den Condensator nur wenig verstärkt, was als Beweis für die Vorzüglichkeit des Unterbrechers angeführt wird. *Im.*

38. Elektromagnetismus.

W. Beetz. Ueber das Entstehen und Verschwinden des Magnetismus in Elektromagneten. Pogg. Ann. CV. 497-535†; Cosmos XIV. 442-444.

Der Berichterstatter hat messende Versuche angestellt über die Zeit, in welcher der Magnetismus in einem Eisenkerne sich bildet und aus demselben nach Unterbrechung des magnetisirenden Stromes verschwindet mit Rücksicht auf die verschiedene Beschaffenheit des Kernes. Die Kerne waren mit zwei übereinander geschobenen Spiralen bedeckt, einer magnetisirenden und einer Inductionsspirale. In der ersteren wurde der Strom geschlossen oder unterbrochen durch Schliefsung eines leicht beweglichen magnetischen Relais; durch die veränderliche Stellung eines Commutators konnte bestimmt werden, ob in Folge der immer in demselben Sinne erfolgenden Relaisankerbewegung Schliefsung oder Oeffnung des magnetischen Stromes stattfinden sollte. Die Schliefsung der Relaisbatterie geschah durch einen mit Messingringen und Messingeinsätzen versehenen rotirenden Elfenbeincylinder. Nachdem diesem eine mit Hülfe eines Savart'schen Rades mefsbare Rotationsgeschwindigkeit ertheilt war, wurde eine Wippe so umgeschlagen, dafs der Relaisbatteriestrom nur noch an dem Elfenbeincylinder, über dessen Oberfläche eine Feder hinglitt, unterbrochen war. Sobald diese Feder zum ersten Male nach dem Umschlagen der Wippe auf den Messingeinsatz kam, war dieser Strom daher geschlossen, und der Relaisanker wurde (mit einer constanten Verspätung) angezogen. Durch die hierdurch bewirkte Schliefsung oder Oeffnung des magnetisirenden Stromes wurde im Eisenkern Magnetismus erregt oder zerstört, und dadurch ein Inductionsstrom in der zweiten Spirale erzeugt, welcher an einer Spiegelbussole gemessen werden konnte. Seine Leitung war indefs wiederum an einem Elfenbeincylinder unterbrochen, welcher, mit dem ersteren auf einer Axe stehend, dieselbe Rotationsgeschwindigkeit, wie dieser, hatte, dessen Messingeinsatz aber um jedes beliebige Azimuth gegen

den des anderen verschoben werden konnte. Hierdurch war es möglich, die Intensität zu messen, welche der inducirte Strom während irgend welcher zwei Tausendtel Secunden nach Schliefsung oder Oeffnung des magnetisirenden Stromes hatte, und danach eine Curve zu zeichnen, welche den Gang der Magnetisirung oder Entmagnetisirung des Eisens angab. Durch Hülfsvorrichtungen war Sorge dafür getragen, dafs die magnetisirende Batterie, während sie aufser Thätigkeit war, durch eine besondere Leitung auf der alten Stromstärke gehalten wurde (um das Anwachsen ihrer elektromotorischen Kraft durch verschwindende Polarisation zu vermeiden), und dafs der in der Magnetisirungsspirale sich bildende Extracurrent immer denselben Widerstand vorfand, wenngleich die Intensität des magnetisirenden Stromes verändert wurde. Die erhaltenen Resultate sind die folgenden:

a) Die Zeit, in welcher der Magnetismus in Eisenkernen, welche von den magnetisirenden Spiralen ganz umgeben sind, entsteht, hängt am wesentlichsten von den in den Spiralen selbst erzeugten Gegenströmen ab. Die gleichzeitige Bildung peripherischer Ströme im Eisen ist von geringem Einflufs, ebenso die Leichtigkeit, mit welcher der Kern seine magnetische Polarisation in der Längenrichtung fortpflanzt.

b) Die Zeit, in welcher der Magnetismus in Eisenkernen, welche von den magnetisirenden Spiralen ganz umgeben sind, verschwindet, hängt am wesentlichsten von der Bildung peripherischer Ströme in denselben ab, so dafs Drahtbündel den Magnetismus so gut wie momentan verlieren, und immer noch sehr schnell, wenn sie von einer nicht zu dicken, geschlossenen Metallhülse umgeben sind. Auch hierbei ist die Polarisirbarkeit der Molecule in der Längenrichtung nicht von merklichem Einflufs.

c) Die Zeit, in welcher der Magnetismus in Eisenkernen, welche nur zum Theil von der magnetisirenden Spirale umgeben sind, entsteht und verschwindet, hängt am wesentlichsten von der Polarisirbarkeit der Kerne in der Längenrichtung, und deshalb von der Länge des aus der Spirale herausragenden Kernes, sodann von der Massenhaftigkeit des Eisenkernes ab. Dagegen sind die peripherischen Ströme, welche sich in den Kernen selbst bilden können, ohne merklichen Einflufs.

d) Die Verzögerung, welche das Entstehen und Verschwinden an dem aus der Spirale herausragenden Ende zeigt, macht sich auch am erregten Ende selbst geltend.

e) Die der Einwirkung peripherischer Ströme zuzuschreibenden Verzögerungen äufsern sich durch verlangsamtes Anwachsen oder Abfallen der diese Veränderung darstellenden Curve; die der Einwirkung geschwächter Polarisirbarkeit zuzuschreibende Verzögerung durch verspätetes Anwachsen oder Abfallen derselben. *Bz.*

J. Dub. Ueber die Beziehungen des im Eisenkern der Elektromagnete erregten Magnetismus zu den Dimensionen des Magnetkernes. Pogg. Ann. CIV. 234-266†.

Hr. Dub zeigt in dieser Mittheilung, dafs das von ihm vertheidigte Gesetz: „der in Eisencylindern von gleicher Länge erregte Magnetismus, so wie der freie Magnetismus der Endflächen derselben ist den Wurzeln der Durchmesser dieser Cylinder proportional," trotz der widersprechenden Angaben anderer Physiker aufrecht zu erhalten, ja sogar aus den von diesen selbst mitgetheilten Versuchen abzuleiten sei. Müller und Hankel waren zu demselben Satze gelangt, dagegen hatten Jacobi und Lenz sowohl, als v. Feilitzsch aus ihren Versuchen den Schlufs gezogen, dafs der Magnetismus dem Durchmesser des Stabes proportional sei. Die erstgenannten Physiker hatten ihre Versuche mit zehn Eisenstäben von gleicher Länge und verschiedener Dicke angestellt. Wenn man den dünnsten derselben, wie sie es auch thaten, wegen schon eingetretener Sättigung aufser Acht läfst, so wird der Quotient $\frac{m}{\sqrt{d}}$ in der That nahezu ein constanter (wobei m den Magnetismus des Eisenstabes, gemessen durch den Inductionsstrom, welchen er bei seinem Verschwinden erregt, d den Durchmesser des Stabes bezeichnet). Nur bei den dicksten Scheiben finden Abweichungen statt, die aber immer noch nicht so grofs sind, wie die unter den Quotienten $\frac{m}{d}$, welche Lenz und Jacobi als constant nahmen. Auch die Versuche v. Feilitzsch's führen viel mehr zu dem Resultat,

dafs die Magnetismen den Wurzeln aus den Durchmessern proportional sind. Freilich sind hier die Abweichungen der Werthe $\frac{m}{\sqrt{d}}$ von einander ungefähr ebensogrofs, wie die der Werthe $\frac{m}{d}$, nur im entgegengesetzten Sinne; im ersteren Falle werden indefs die Abweichungen in der That geringer, wenn man auf die, bei dünneren Stäben früher eintretende Sättigung und auf den Umstand Rücksicht nimmt, dafs die Weite der Windungen im Verhältnifs zur Dicke des Eisenkernes doch nicht aufser Acht gelassen werden darf; da nach den Versuchen von Lenz und Jacobi der Magnetkern sehr lang im Verhältnifs zur magnetisirenden Spirale genommen werden mufs und die äufseren Windungen den Polen immer weniger genähert sein müssen, als die inneren, um die Wirkung der Windungsweite für die Praxis hinreichend zu eliminiren.

Der zweite Theil der Abhandlung beschäftigt sich mit der Vertheilung des Elektromagnetismus in Eisenstangen, welche der ganzen Länge nach mit elektromagnetischen Spiralen bedeckt sind. Lenz und Jacobi hatten diese Vertheilung nach der Stärke des Inductionsstromes beurtheilt, welcher bei der Unterbrechung des inducirenden Stromes in einer schmalen Inductionsspirale erregt wurde, welche nach und nach an verschiedenen Stellen über die magnetisirende Spirale geschoben ward. Hr. Dub macht darauf aufmerksam, dafs wegen der nicht unerheblichen seitlichen Einwirkung derjenigen Theile des Magnétstabes, welche nicht unmittelbar unter der Inductionsspirale liegen, nur die für die Maximalstellung der Spirale gefundenen Werthe ganz zuverlässig sein können, während alle übrigen solchen Stellen entsprechen, welche der Mitte des Magnets näher liegen müfsten, so dafs dadurch die Gestalt der Curve, welche die Vertheilung des Magnetismus in dem Eisenstabe angeben soll, verändert wird. Da man nun einen Magnetstab, welcher einen stabförmigen Anker trägt, mit diesem zusammen als ein Continuum betrachten kann, so wird die Tragkraft dieser Combination von dem an der Berührungsstelle beider Stäbe erregten Magnetismus abhangen. Die einzigen mit Sicherheit zu benutzenden Angaben aus der vorher erwähnten Versuchsreihe von Lenz und Jacobi betrafen den

Fall, in welchem die Spirale auf der Mitte des Eisenstabes steckt, wo also der Magnet dem Anker an Länge gleich ist. Nach Hrn. Dub's früheren Versuchen müfsten sich die in der Mitte der Stäbe erregten Magnetismen wie die Wurzeln aus den Längen der Stäbe verhalten. Da aber in jener Versuchsreihe die Stäbe nicht mit gleicher Windungszahl bedeckt waren, so mufste die nöthige Reduction auf diese zuerst durch Division mit der Länge der Magnete $= l$ ausgeführt werden, weil die Windungszahl der Länge proportional wächst. In der That war dann der Quotient $\frac{m}{l\sqrt{l}}$ nahezu ein constanter. Aus dem so bewährten Gesetze ergiebt sich dann mit Hülfe des schon früher von Hrn. Dub gefundenen: „Tragkraft und Anziehung eines in der Mitte durchgeschnittenen Magnets sind der Länge proportional," das folgende:

Die Tragkraft und Anziehung eines in der Mitte durchgeschnittenen Magnetstabes sind dem Quadrate des an dieser Stelle erregten Magnetismus proportional.

Der gesammte erregte Magnetismus eines Eisenstabes ist gleich der Summe der an seinen einzelnen Stellen erregten. Um die Versuche von Lenz und Jacobi, welche mit verschieden langen Magnetstäben in dieser Beziehung angestellt wurden, vergleichen zu können, müssen die Werthe der erregten Magnetismen noch einmal mit der Länge dividirt werden. Die so erhaltenen Werthe $\frac{m}{l^2\sqrt{l}}$ sind leidlich constant, so dafs sie den Schlufs erlauben:

Der erregte Magnetismus verschieden langer Eisencylinder, die auf der ganzen Länge mit derselben Kraft magnetisirt sind, verhält sich wie die Wurzeln der Längen derselben.

Die Curve, welche die Vertheilung des Magnetismus auf einem Eisenstabe vorstellt, haben Lenz und Jacobi als eine Parabel, van Reez als eine Kettenlinie erkannt, indefs stimmen, namentlich gegen das Ende der Stäbe hin, die Berechnungen nicht gut mit den Messungen überein. Hr. Dub vergleicht nun die letzteren mit den von ihm gefundenen Gesetzen. Da die Tragkraft und Anziehung stets dem Quadrate des erregten Magnetismus, also der in den einzelnen Querschnitten erregte Magnetismus der Quadratwurzel der sich an denselben zeigenden Anzie-

hungen proportional ist, und da ferner diese Anziehung der Länge des Abschnitts des Stabes, vom Ende ab gerechnet, proportional ist, so mufs das Gesetz gelten:

Der in jedem Querschnitt eines seiner ganzen Länge nach mit der galvanischen Spirale bedeckten Eisencylinders erregte Magnetismus ist der Quadratwurzel aus der Entfernung dieses Querschnitts vom nächsten Ende des Magnets proportional.

Dies Gesetz wird durch Lenz's und Jacobi's Versuche recht gut bestätigt. Die Vertheilungscurve ist also in der That die Parabel, die aber anders gelegt ist, als jene Physiker sie annehmen; wenn die Länge des Magnets die Abscissenaxe, die Intensitätswerthe die Ordinaten darstellen, so liegen die Scheitel zweier Parabeln in den Endpunkten der Abscissenaxe, und das Maximum der Werthe liegt da über der Mitte der Axe, wo sich beide Parabeln schneiden.

Endlich zeigt Hr. Dub, dafs auch der von ihm aufgestellte Satz: „die Anziehung mufs bei gleicher magnetischer Kraft dieselbe sein, wenn bei beliebiger Länge des ganzen Systems der kürzere Theil dieselbe Länge hat" richtig sei. Dieser Satz kann hier so ausgesprochen werden: Bei verschieden langen Elektromagneten, die auf der ganzen Länge mit gleicher Kraft magnetisirt sind, ist der in jedem Querschnitte in gleicher Entfernung vom nächsten Pole erregte Magnetismus gleich stark. Die Bestätigung dieses Gesetzes durch die obigen Versuche ist eine vollkommene. *Bz.*

J. Dub. Ueber die Abhängigkeit der Tragkraft von der Gröfse der Berührungsfläche zwischen Magnet und Anker. Pogg. Ann. CV. 49-66†; Z. S. f. Naturw. XII. 475-476; Cimento IX. 349-352.

Die Versuche, welche Hr. Dub über diesen Gegenstand angestellt hat, zeigen, dafs die Tragkraft eines und desselben Stabmagnets bei unmittelbarer Berührung mit dem Anker bei weitem am gröfsten ist, wenn der cylindrische Anker zwar denselben Durchmesser hat, wie der Magnet, nach der Berührungsfläche hin aber zugespitzt ist, so dafs seine Endfläche kleiner ist, als die des Magnets; dafs ein cylindrischer Anker, welcher seiner ganzen Länge nach dünner ist, als der Magnet, mit geringerer Tragkraft gehalten wird, dafs aber die Tragkraft am klein-

sten ist, wenn Magnet und Anker auch an der Berührungsstelle gleiche Dicke haben. Die Zuspitzung des Ankerendes darf indefs eine gewisse Grenze nicht übersteigen, ohne dafs die Tragkraft dadurch abnimmt. Berühren sich Magnet und Anker nicht unmittelbar, so ist die Reihenfolge der Tragkräfte in den drei Fällen zwar noch immer dieselbe, aber der Unterschied ist nicht mehr so auffallend. Bei gröfserer Entfernung endlich wird der dicke cylindrische Anker am stärksten, der dünne am schwächsten angezogen; der zugespitzte steht zwischen beiden. Wurde der Anker dicker genommen, als der Magnet, so dafs in allen Fällen die Berührungsfläche die gleiche war, so nahm die Anziehung mit der Dicke des Ankers zu. Von den bisher gegebenen Erklärungen der vorzugsweise grofsen Tragkraft der Anker mit kleinen Berührungsflächen bespricht Hr. Dub besonders die v. Feilitzsch's, welcher aufser der Anziehung der Massen des Magnets und des Ankers noch eine Abstofsung zwischen deren Endflächen annimmt, welche dann um so gröfser sein mufs, je gröfser die Berührungsflächen sind. Die Versuche, welche den letztgenannten Physiker zu dieser Annahme bewogen (vergl. Berl. Ber. 1854. p. 614) hat Hr. Dub wiederholt, und im Allgemeinen bestätigt gefunden, nicht aber den Schlufs, welchen v. Feilitzsch aus seinen Versuchen gezogen hat: dafs nämlich ein eisenmagnetischer Querschnitt vor einem Magnet oder einem andern ihm gleichen Querschnitt zurückweichen mufs, wenn beide einander die befreundeten Pole zukehren. Der Verfasser geht deshalb wieder auf die Beobachtung zurück, dafs der Magnet den Anker nie mit der ganzen Polfläche berühre, und dafs namentlich kurz vor dem Losreifsen der Anker nur mit einer Kante oder in einem Punkte so gegen die Polfläche anliegt, dafs die beiden Endflächen einen Winkel mit einander bilden. Er zeigt dann, dafs, wenn man annimmt, dafs in diesem Momente die ursprüngliche Vertheilung des Magnetismus nicht geändert sei, sich die Tragkräfte zweier gleich langer Systeme umgekehrt wie ihre Durchmesser verhalten müssen. Die Gröfse der Tragkraft ist nämlich jetzt vorzugsweise von dem in dem einen Berührungspunkte freien Magnetismus abhängig. Dieser ist aber, unter sonst gleichen Umständen, um so geringer, je gröfser die Polflächen sind. Ist der Durch-

messer des einen Magnets n mal so grofs, wie der des andern, so verhalten sich die Tragkräfte der beiden ganzen Polflächen wie $1:n$, die Zahl ihrer Theile wie $1:n^2$, also die Tragkräfte der einzelnen Theile wie $1:\frac{1}{n}$. Ist die Polfläche in einiger Entfernung von der Ankerfläche, so bleibt das Gesetz, dafs sich die Tragkräfte wie die Durchmesser verhalten, gültig, weil nicht mehr in die einzelnen Punkte die Anziehungskraft concentrirt ist. Bei der unmittelbaren Berührung wird indefs auch nicht gerade jenes umgekehrte Verhältnifs der Durchmesser befolgt werden, weil man nicht voraussetzen darf, dafs die Vertheilung auf den Polflächen wirklich dieselbe bleibt, welche sie ursprünglich war. Dafs mit verkleinerter Berührungsfläche die Tragkraft nicht bis ins Unendliche wächst, ist eine Folge der Sättigung des Eisens. Sobald diese im Anker eingetreten ist, kann eine weitere Verkleinerung der Polfläche keinen Vortheil mehr bieten; die Sättigung wird aber bei kugeliger Abrundung oder cylindrischer Abkantung des Endes schwerer eintreten, als bei einer Zuspitzung oder scharfen Abkantung; Versuche haben gezeigt, dafs in der That jene rundliche Endigungen die gröfsere Tragkraft bedingen. Versuche mit Ankern, welche in Spitzen auslaufen, geben keinen richtigen Maafssab für die Intensität des Magnetismus an einer bestimmten Stelle, weil bei ihnen die Sättigung zu schnell eintritt. *Bz.*

T. du Moncel. Expériences nouvelles sur les électro-aimants. C. R. XLVI. 1145-1146†; Inst. 1858. p. 197-199.

Die Resultate, welche der Verfasser in dieser Notiz mittheilt, sind folgende:

1) Die Wirkung der Spiralen von verschiedener Gestalt, welche aus einer gleichen Drahtlänge bestehen, und auf denselben geraden Eisenkern wirken, ist sehr verschieden, je nachdem die Spiralen das Eisen ganz oder nur zum Theil bedecken. Sie hat ein Maximum und zwei Minima; das eine der letzteren tritt ein, wenn das Eisen ganz von der Spirale bedeckt ist, das andere ist ideell, und entspricht der kleinsten Länge der Spirale; es ist jedoch unter den gewöhnlichen Umständen des Versuchs immer kleiner, als das erste Minimum, so dafs eine Spirale von

2 Centimeter Länge in einem Eisenkern von 16 Centimeter Länge eine stärkere Polarisation erregt, als eine solche von 16 Centimetern. Das Maximum findet statt, wenn die aus der Spirale herausragende Eisenmasse etwa das Drei- bis Vierfache von der magnetisirten Eisenmasse ist.

2) Die anziehende Kraft gerader Elektromagnete von verschiedener Länge, deren magnetisirende Spiralen aus einer gleichen Drahtlänge bestehen, wächst in einer arithmetischen Progression, während die Länge der Spiralen in einer geometrischen Progression wächst. Das Gesetz dieser arithmetischen Progression steht aufserdem in einer bestimmten Beziehung zur elektrischen Kraft, welche auf den Elektromagnet wirkt, und zu dem erregten Magnetismus.

3) Die Anziehungskraft eines und desselben Hufeisenmagnets mit einer oder mit zwei Spiralen, deren Länge man ändert, ohne zugleich die Drahtlänge zu ändern, wächst immer mit der Länge der Spiralen, aber in einem sehr verwickelten Verhältnifs, welches sich in dem Maafse zu vermindern scheint, als die Länge zunimmt.

4) Die cylindrischen Anker der Hufeisenmagnete geben bei gleicher Oberfläche eine viel geringere Anziehungskraft, als die prismatischen, welche flach auf den Pole des Elektromagnets aufliegen. *Bz.*

J. Müller (in Freiburg). Untersuchungen über Elektromagnetismus. Pogg. Ann. CV. 547-550†; Cosmos XIV. 445-445.

Um die Vertheilung des Magnetismus in der Richtung der Längenaxe des Magnets zu ermitteln, benutzte Hr. Müller einen Hufeisenmagnet, aus dem der mittlere Bogen ausgeschnitten und durch ein Messingstück ersetzt war. Beide Schenkel waren mit Magnetisirungsspiralen umgeben, so dafs die beiden freien Enden des Magnets zu entgegengesetzten Polen erregt wurden. An die Pole konnte entweder ein gewöhnlicher Eisenanker gelegt werden, oder ein Anker von gleicher Form, der aber ebenfalls in der Mitte einen trennenden Einsatz von Messing trug. Endlich konnten an die oberen Theile des Huf-

eisens Eisenplatten angelegt werden, um dadurch die durch den Messingeinsatz hervorgebrachte Trennung beider Schenkel wieder aufzuheben. Hierdurch waren vier verschiedene Fälle gegeben, in denen die Tragkraft untersucht wurde, nämlich:

1) Magnet oben offen, Anker mit Messingeinsatz,
2) Magnet oben geschlossen, Anker mit Messingeinsatz,
3) Magnet oben offen, Anker ganz von Eisen,
4) Magnet oben geschlossen, Anker ganz von Eisen.

Die Tragkräfte waren, bei gleicher Stromstärke, im Falle 1) am kleinsten, und wuchsen, der Reihe nach, in den Fällen 2), 3) und 4). Im Falle 3) geschieht das Abreifsen in der Mitte einer zusammenhangenden magnetischen Einsenverbindung, im Falle 2) aber nahe am Ende derselben. Man darf also schliefsen, dafs die Magnetisirung in der Mitte eines Elektromagnets stärker ist, als an seinen freien Enden. Die Unterschiede zwischen den Tragkräften in den vier genannten Fällen sind übrigens um so geringer, je gröfser die Stärke des magnetisirenden Stromes ist.

Bz.

E. Regnard. Ueber Elektromagnete mit zwei Drähten und ihre Anwendung in der elektrischen Telegraphie. Cosmos XII. 127-129; Dingler J. CXLVIII. 37-38†.

Hr. Regnard schlägt die Anwendung dieser Magnete statt der der magnetisirten Armaturen, namentlich für Telegraphenrelais, vor. Auf die Elektromagnete sind gleichzeitig zwei Drähte von gleicher Länge aufgewickelt. Durch den einen geht der Linienstrom, durch den anderen der Strom einer Localbatterie, deren Zink so weit in die Flüssigkeit getaucht ist, dafs die Intensität beider Ströme ungefähr die gleiche ist. Laufen beide Ströme in derselben Richtung um den Eisenkern, so wird der Magnetismus in demselben verstärkt, laufen sie aber in einander entgegengesetzter Richtung, so wird der Magnetismus vernichtet. Eine Armatur von weichem Eisen wird zwischen zwei Magnete der Art gebracht, deren einer sich in dem ersten, der andere im zweiten der genannten Zustände befindet. Je nach der Richtung des Stromes wird die Armatur nach der einen oder der anderen

Seite gezogen. Soll der Anker durch eine Gegenkraft in seine alte Lage zurückkehren, so wird der eine Elektromagnet nur vom Strome der Linienbatterie, der andere aber von den beiden Strömen in entgegengesetztem Sinne umkreist. Wird der Linienstrom unterbrochen, so zieht der zweidrähtige Magnet unter der Wirkung des Localstroms allein den Anker an; wird der Linienstrom wieder geschlossen, so kehrt der Anker zum anderen Elektromagnet zurück. *Bz.*

Matteucci. Recherches expérimentales sur les phénomènes électromagnétiques développés par la torsion. Cimento VII. 66-97; Ann. d. chim. LIII. 385-417†; Arch. d. sc. phys. (2) IV. 263-268.

Auf einem hölzernen Fufsbrett sind zwei hölzerne Träger angebracht. An dem einen derselben ist, zwischen messingenen Backen eingeklemmt, das eine Ende eines Eisenstabes befestigt, das andere trägt eine drehbare, mit Theilung und Zeiger versehene Kreisscheibe, an deren Centrum das andere Ende des Eisenstabes ebenfalls durch Messingbacken befestigt ist. Der Eisenstab liegt in der Richtung von Ost nach West, an beide Enden desselben sind dicke Eisenstäbe gelöthet, welche zu einem Galvanometer führen. Der Stab ist aufserdem von einer Magnetisirungsspirale umgeben, in deren Leitung eine Sinusbussole eingeschaltet ist. Wird der magnetisirende Strom geschlossen, so zeigt das Galvanometer keinen Strom im Eisenstabe an. Wird aber jetzt der Eisenstab durch Drehung der Scheibe in sich gedreht, so entsteht ein momentaner Strom, und zwar in folgendem Sinne: wenn am Ostende des Stabes ein positiver Magnetpol gebildet ist, und die Scheibe, an der der negative Pol befestigt ist, in der Richtung gedreht wird, dafs ihr Nullpunkt sich nach links bewegt (der Nullpunkt liegt wahrscheinlich unten, da der Zeiger auf dem Fufsbrett befestigt ist; die Drehung ist dann also in dem Sinne, wie die der Zeiger einer Uhr), so entsteht im Stabe ein Strom vom positiven zum negativen Magnetpole. Die Nadel kehrt schnell auf Null zurück. Wird jetzt der Eisenstab schnell losgelassen, so dafs er sich wieder aufdreht, so

tritt im Galvanometer ein Strom von entgegengesetzter Richtung ein. Eine Umkehrung der Richtung des magnetisirenden Stromes oder der Drehung kehrt auch den Sinn der momentanen Ströme um. Bei oftmaliger Widerholung erhalten diese Ströme ein constante Gröfse, während der, durch die erste Drehung hervorgebrachte Strom immer stärker ist, als die nachfolgenden. Wird der Stab zuerst gedreht, und dann durch den Strom in der Spirale magnetisirt, so entsteht ein Strom von derselben Stärke, wie wenn die Ordnung der Operationen die umgekehrte gewesen wäre, selbst wenn die Schliefsung des Stromes erst stundenlang nach der Drehung eintritt. Der Härtezustand der Eisenstäbe ist in sofern von Einflufs auf die Versuche, als in käuflichem Eisen sich eine gröfsere Quantität von remanentem Magnetismus erhält, als in gut ausgeglühtem. Stahlstäbe geben die inducirten Ströme stets in demselben Sinne, wie Eisenstäbe, aber mit weit geringerer Intensität. Als die vortheilhafteste Art, den Versuch anzustellen, giebt Hr. Matteucci die an, dafs ein weicher Eisenstab von 4 bis 5 Millimeter Dicke und etwa einem halben Meter Länge durch eine Spirale dauernd magnetisirt, und dann um 8 bis 10 Grad gedreht wird. Die erhaltenen Inductionsströme wachsen anfangs der Drehung proportional; dieses Gesetz hört aber bei gröfseren drehenden Kräften bald auf, richtig zu sein. Hr. Matteucci hat seinen Versuchen, um sie besser verständlich zu machen, eine Hypothese zu Grunde gelegt, von der er aber selbst sagt, dafs sie nicht die genügendste Erklärung der Erscheinungen enthalte, welche man von ihnen geben kann. Man denke sich den Eisenstab aus einem Bündel von Fasern, parallel der Axe, zusammengesetzt, welche einen Theil der Galvanometerdrahtleitung ausmachen. Wenn man plötzlich einen Theil einer solchen Leitung um den Elektromagnet herumwindet, sei es zu einer ganzen Windung, oder nur zu einem Theil einer solchen, so mufs in derselben ein Inductionsstrom entstehen, der durch einen anderen, der Richtung und Stärke nach ihm entgegengesetzten verwandelt wird, wenn man die Windung wieder zu einem graden Drahte ausstreckt.

Im zweiten Theil seiner Abhandlung beschäftigt sich Hr. Matteucci mit den, von Wertheim studirten, Inductionsströmen,

welche in einer zweiten, über die Magnetisirungsspirale geschobenen, Spirale entstehen, wenn ein in der Axe der Spiralen liegender Eisenstab zusammengedreht wird. Er fand, dafs sowohl diese Ströme, als die vorher betrachteten, in der Richtung des Eisenstabes selbst inducirten, abnehmen, wenn der Magnetismus des Stabes eine gewisse Grenze überschreitet. Um zu erfahren, ob jene, in der äufseren Spirale erregten Inductionsströme in der That einer Veränderung im magnetischen Zustande des Eisenstabes in Folge der Drehung zuzuschreiben seien, brachte er ein mit Spiegel versehenes, astatisches System in einer solchen Entfernung neben dem Eisenstabe an, dafs die Magnetisirungsspirale allein keine Einwirkung auf dasselbe zeigte. Sobald der Eisenstab zusammengedreht wurde, machte das astatische System eine, mit Fernrohr nnd Scala beobachtete, Bewegung, welche eine Verminderung des Magnetismus im Eisenstabe anzeigte; sobald aber der Eisenstab wieder aufgedreht wurde, ging das System auf seine alte Stellung zurück, zum Zeichen, dafs der Magnetismus des Stabes wieder seine alte Stärke erreicht habe. Solange die Drehung des Stabes innerhalb der Grenzen der vollkommenen Elasticität des Stabes blieb, war jene Abnahme des Magnetismus der Gröfse der Drehung proportional. Von einer gewissen Stärke der Magnetisirung an nahmen die Verminderungen mit wachsender Magnetisirung ab.

Im dritten Theile der Abhandlung giebt der Verfasser eine andere Erklärung der beobachteten Erscheinungen. Man kann jene Fasern, aus denen der Eisenstab besteht, nicht nur als Leiter, sondern zugleich als Magnetstäbe ansehen, welche, bei jeder Drehung des Magnets, sich um einen, in der Axe liegenden, Leiter herumbewegen. Eine solche Bewegung mufs Ströme in jenen Leiter induciren, und zwar in demjenigen Sinne, welchen die beobachteten Ströme in den verschiedenen Fällen in der That haben. Für die Annahme einer solchen fasrigen Structur als Grund der Erscheinung spricht unter Anderem die Thatsache, dafs man die Versuche nicht mit Gufsstahlstäben anstellen kann. Aufserdem wurde noch folgender Gegenversuch angestellt. Zwei prismatische Eisenstäbe wurden auf einer Seite mit einer halbcylindrischen Rinne versehen, und dann so auf einander gelegt,

dafs ein, von einer axialen Röhre durchbohrter, Stab gebildet wurde. In diese Röhre war ein gut isolirter Kupferdraht gelegt, dessen Enden mit den Galvanometerdrähten in Verbindung gebracht waren. Als der Stab magnetisirt und dann zusammengedreht wurde, entstand ebenfalls ein Strom im Kupferdrahte. Durch einen Apparat, welcher aus einem Kupferdraht und einer Anzahl um denselben gelagerter Eisendrähte bestand, machte Hr. Matteucci seine Erklärungweise noch anschaulicher; er zeigte mit demselben sowohl das Entstehen des axialen Stromes, als die Verminderung des magnetischen Zustandes in diesem ganzen Systeme, wenn dasselbe in sich zusammengedreht wurde. *Bz.*

Fernere Literatur.

J. Dub. Ueber die Länge der Elektromagnete. Brix Z. S. 1858. p. 2-13.

— — Ueber die Form der Elektromagnete. Brix Z. S. 1858. p. 79-88.

— — Ueber die Anker der Elektromagnete. Brix Z. S. 1858. p. 227-230, p. 298-303.

— — Ueber den magnetischen Sättigungszustand. Brix Z. S. 1858. p. 161-170.

(Auszüge aus Arbeiten des Verfassers.)

---

39. Eisenmagnetismus.

L. Dufour. De l'aimantation des barreaux d'acier par leur refroidissement. Arch. d. sc. phys. (2) I. 11-25. Berl. Ber. 1857. p. 438.

A. Matthiessen. On the coercive power of purd iron. Phil. Mag. (4) XV. 80-80†; Arch. d. sc. phys. (2) I. 275-275.

Reines, aus der Lösung von Eisenchlorür oder schwefelsaurem Eisenoxydul galvanisch niedergeschlagenes Eisen besitzt be-

deutende Coercitivkraft. Dasselbe ist sehr spröde und so hart, wie gehärteter Stahl. *Im.*

G. Wiedemann. Ueber die Beziehungen zwischen Magnetismus, Wärme und Torsion. Berl. Monatsber. 1858. p. 205-207; Pogg. Ann. CIII. 563-577†; Ann. d. chim. LIII. 379-384; Arch. d. sc. phys. (2) II. 300-304; Inst. 1858. p. 257-257; Cosmos XII. 595-597.

Hr. Wiedemann hat zunächst seine früheren Untersuchungen (siehe Berl. Ber. 1857. p. 436) fortgesetzt und besonders das Verhalten solcher Stahlstäbe bei Temperaturveränderungen zwischen 0 und 100° untersucht, welche erst durch einen Strom in einer Richtung magnetisirt, und denen dann durch einen entgegengesetzt gerichteten Strom ein Theil des erlangten Magnetismus entzogen war. Zu Messung der Intensitäten der magnetisirenden Ströme und der von den Stäben erlangten Magnetismen diente, wie bei den früheren Versuchen, die Ablenkung eines magnetisirten Stahlspiegels. Hr. Wiedemann zieht aus seinen Versuchen folgende Schlüsse:

1) Wird einem durch einen galvanischen Strom bei 0° magnetisirten Stahlstab ein Theil seines Magnetismus durch einen entgegengesetzten Strom entzogen, so verliert er beim Erwärmen Magnetismus; bei dem darauf folgenden Erkalten nimmt sein Magnetismus zu und der Stab erlangt einen Theil des beim Erwärmen verlorenen Magnetismus oder den ganzen Magnetismus, oder sogar mehr als er vor dem Erwärmen noch besafs, wieder, je nachdem die Verminderung des Magnetismus durch den entmagnetisirenden Strom nur gering oder bedeutend gewesen war. Ein durch den Gegenstrom ganz entmagnetisirter Stab kann durch Erwärmen und darauf folgendes Erkalten wieder magnetisch werden.

2) Ein bei 100° magnetisirter und bei derselben Temperatur auf schwächeren Magnetismus reducirter Stab kann, je nach der Gröfse des ihm entzogenen Magnetismus, beim Erkalten entweder noch mehr von seinem Magnetismus verlieren oder unverändert bleiben oder auch mehr Magnetismus erhalten.

Hr. Wiedemann hat ferner das Verhalten der magnetischen

Stahlstäbe gegen Torsion untersucht. Seine Methode ist von der von Wertheim (Berl. Ber. 1855. p. 522) dadurch verschieden, dafs nicht die durch Aenderung des Magnetismus erzeugten Inductionsströme, sondern direct die Magnetismen der Stäbe durch Ablenkung des Stahlspiegels gemessen wurden. Die Drehungen blieben innerhalb der Elasticitätsgrenze. Die Resultate sind folgende:

3) Die Magnetismen der Stahlstäbe nehmen bei der Drehung ab und zwar langsamer, als die Drehung zunimmt. Die Abnahmen des Magnetismus sind bei gleicher Drehung den ursprünglichen Magnetismen der Stahlstäbe proportional, indefs bei den stärker magnetisirten Stäben etwas geringer, als dieses Gesetz verlangt. Wird ein gedrehter Stab in seine Gleichgewichtslage zurückgeführt, so erleidet er noch einen ferneren kleinen Verlust an Magnetismus. Eine wiederholte Drillung nach derselben Seite vermindert den Magnetismus noch ganz allmälig, eine Drehung nach der entgegengesetzten Seite dagegen bringt von Neuem eine starke Verminderung des Magnetismus hervor. Kehrt ein harter Stab nach wiederholten Drillungen nach beiden Seiten in die Gleichgewichtslage zurück, so vermehrt sich sein Magnetismus. Jede Torsion vermindert denselben, jede Detorsion stellt ihn zum grofsen Theil wieder her. Dabei ist indefs noch lange eine ganz allmälige Abnahme des Magnetismus bemerkbar. — (Diese Resultate scheinen nicht ganz mit den von Wertheim an Stahlstäben erhaltenen (Berl. Ber. 1855. p. 524) übereinzustimmen, mit denen sie freilich unmittelbar nicht verglichen werden können, weil bei Hrn. Wertheim die Stäbe dem Einflufs des magnetisirenden Stromes fortdauernd ausgesetzt blieben und der temporäre und permanente Magnetismus zusammenwirkten.)

4) Ein Magnetstab, dem ein geringer Theil seines Magnetismus durch einen Gegenstrom entzogen worden ist, verliert bei geringer Drehung viel weniger Magnetismus, als ein gewöhnlich magnetisirter Stahlstab. Ein Stahlstab, dem eine gröfsere Menge von Magnetismus entzogen ist, zeigt bei der Drehung zuerst einen stärkeren Magnetismus, als ungedreht. Dieser Magnetismus erreicht bei weiterer Drehung ein Maximum und nimmt dann wieder ab. Je gröfser die Menge des dem Magnet-

stab entzogenen Magnetismus ist, desto gröfser mufs die Drehung sein, bis das Maximum erreicht ist. Ein völlig entmagnetisirter Stab wird durch Drehung wieder magnetisch.

5) Entzieht man einem magnetisirten Stab durch Drillung mehr Magnetismus, als er durch wiederholte Temperaturänderung innerhalb gewisser Grenzen verliert, so behält der Stab, wenn er nach einer Erwärmung auf die frühere Temperatur zurückgekehrt ist, seinen ganzen Magnetismus bei.

Um zu untersuchen, ob auch umgekehrt das Magnetisiren eines Eisenstabes eine Torsion oder Detorsion desselben zur Folge haben kann, wurde ein ausgeglühter Eisendraht in der Axe einer verticalen Stromspirale aufgehängt und durch Gewichte belastet. Die durch den Strom erzeugten Drehungen desselben konnten theils an einem Zeiger, theils durch einen am unteren Ende angebrachten Spiegel mittelst des Fernrohrs beobachtet werden. — Magnetisirte man den Draht, ohne ihm zuvor auf mechanischem Wege eine Torsion zu ertheilen, so erhielt man nur eine sehr schwache Torsion durch die Magnetisirung, deren Richtung übrigens bei allen von demselben Stück geschnittenen Drähten constant war. Wurde aber der Eisendraht vorher gedrillt, so bewirkt die Magnetisirung eine theilweise Aufdrehung des Drahtes. Bei Oeffnung der magnetisirenden Spirale nahm die Torsion wieder ein wenig zu, und durch abwechselndes Oeffnen und Schliefsen konnte der Draht abwechselnd tordirt und detordirt werden. Die Entdrillung durch den Magnetismus ist unabhängig von dem den Draht spannenden Gewicht, sie nimmt mit dem Wachsen der Intensität der magnetisirenden Ströme zu, nähert sich aber bald einem Maximum. Sie ist bei geringen Drillungen und bei gleichen Intensitäten nahezu dieselbe bei verschieden dicken Drähten.

Läfst man auf einen gedrillten Draht einen schwachen Strom wirken, der ihn theilweise aufdreht, so wird bei wiederholter Einwirkung desselben Stromes die Detorsion nicht vermehrt. Ein Strom von derselben Intensität, aber von entgegengesetzter Richtung detordirt den Draht weiter. Ist durch den zuletzt angewandten Strom der Draht soweit entdrillt, als dies durch Magnetisirung geschehen kann, so bewirkt jetzt ein diesem entgegen-

gesetzter Strom wieder eine Zurückdrehung, ein darauf folgender gleich gerichteter eine Aufdrehung.

Da wir im nächsten Jahresbericht auf die vom Verfasser aufgestellten theoretischen Ansichten ausführlicher zurückkommen, so übergehen wir die in dieser Abhandlung gegebenen Andeutungen. *Im.*

---

40. Magnetisches Verhalten der Körper.

H. Christie. Einige diamagnetische Versuche. Pogg. Ann. CIII. 577-612†; Nyt Mag. X. 189-190; Ann. d. chim. LIV. 125-128.

Hr. Christie hat eine Anzahl messender Versuchsreihen mit dem Weber'schen Diamagnetometer unternommen. Der Apparat ist der von Weber angegebene in der modificirten Gestalt, wie er von Tyndall [1]) angewendet worden ist. Die Methoden sind von denen, die Weber gebraucht hat, nicht verschieden. Alle Versuche sind mit Wismuthstäben angestellt.

Tyndall hatte die Bemerkung gemacht, dafs die Gröfse des Ausschlages der astatischen Nadel mit der Stärke des angewendeten Stromes nicht wachse und suchte den Grund darin, dafs auch die von den Stromspiralen herrührende Directionskraft, welche die Nadel in ihrer Ruhelage halte, mit der Stromstärke zunehme. Hr. Christie findet weder das Eine noch das Andere bestätigt, indem bei seinen Versuchen die Gröfse des Ausschlags mit der Stromstärke wächst, die Directionskraft aber, wie sich aus der vergröfserten Schwingungsdauer ergiebt, aus einer nicht aufgeklärten Ursache [2]) mit wachsender Stromstärke nicht zu-, sondern abnimmt.

Die Versuchsreihen des Hrn. Christie ergaben zunächst das Resultat, dafs der Diamagnetismus des Wismuths der Stromstärke proportional ist. Sodann beziehen sie sich auf die Mes-

[1]) Vergl. Berl. Ber. 1855. p 537.

[2]) Vergl. unten die Abhandlung von Arndtsen.

sung des magnetischen Moments eines Wismuthstabes nach absolutem Maaſs. Wegen der zu groſsen Empfindlichkeit des Apparats war es nicht möglich, das Moment des Wismuthstabes mit demjenigen, welches ein Eisenstab bei gleicher magnetischer Scheidungskraft erlangt, zu vergleichen. Es wurde deshalb in eine Spirale des Diamagnetometers an Stelle des Wismuthstabes eine Rolle von übersponnenem Kupferdraht eingeführt, deren Länge und Durchmesser mit dem Wismuthstab übereinstimmte. Die Stromintensität in dieser Rolle konnte nun so gewählt werden, daſs ihre Verschiebung in der Spirale dieselbe Ablenkung der Diamagnetometernadel hervorbrachte, wie die des Wismuthstabes, welchen sie vertrat. Aus der dazu erforderlichen Stromintensität, die mittelst des von Kohlrausch und Weber gebrauchten Galvanometers [1]) nach absolutem Maaſs gemessen wurde, lieſs sich das magnetische Moment der Spirale berechnen.

Da bei dem geringen magnetischen Moment des Wismuths der gegenseitige Einfluſs der Wismuththeilchen gegen den der äuſseren Scheidungskraft verschwindend klein ist, so kann man ohne merklichen Fehler annehmen, daſs das magnetische Moment, welches eine Wismuthmasse bei gegebener constanter Scheidungskraft annimmt, von der Form unabhängig und der Masse proportional sei. Es ergab sich demnach das der Einheit der Masse und Scheidungskraft entsprechende magnetische Moment des Wismuths in absoluten Einheiten

$$= 0{,}0000014885.$$

Dieser Werth ist 1,5 mal kleiner als der von Weber auf anderem Wege gefundene oder 3,8 Millionen mal kleiner als der von Weber gefundene Grenzwerth des Eisenmagnetismus. Obgleich besondere Sorgfalt darauf verwendet wurde, möglich eisenfreies Wismuth zu erhalten, ergab doch die chemische Analyse einen Eisengehalt von 0,064 Procent.

Nach der Theorie des Diamagnetismus (oder vielmehr nach der oben erwähnten Annahme, daſs die Wismuththeilchen auf einander nicht merklich influiren) muſs sich ein diamagnetischer

[1]) Elektrodynamische Maaſsbestimmungen, insbesondere Zurückführung der Stromintensitätsmessungen auf absolutes Maaſs. Abh. d. sächs. Ges. d. Wiss. V. 269; Berl. Ber. 1856. p. 496.

Wismuthstab unter Einflufs einer seiner ganzen Länge nach constanten Scheidungskraft so verhalten, als ob der gesammte vorhandene freie Magnetismus in seinen Endflächen concentrirt wäre. Danach mufs also eine horizontale Nadel vor der Mitte des verticalen Diamagnets keine Ablenkung erleiden und fast gar keine auf einer ziemlich bedeutenden Strecke auf beiden Seiten der Mitte; in der Nähe der Enden müssen die Ablenkungen schnell zunehmen, um ein Stück aufserhalb der Enden das Maximum zu erreichen, und dann langsam wieder abnehmen. Diese Folgerungen werden von Hrn. Christie durch Versuche am Diamagnetometer bestätigt. *Im.*

A. Arndtsen. Magnetische Untersuchungen angestellt mit dem Diamagnetometer des Hrn. Weber. Pogg. Ann. CIV. 587-611†; Phys. Meddelelser ved A. Arndtsen, Christiania 1858. p. 21-64; Ann. d. chim. (3) LVI. 246-249.

Hr. Arndtsen hat zunächst die an dem Weber'schen Diamagnetometer von Christie beobachtete auffallende Erscheinung näher untersucht, dafs die Schwingungsdauer des astatischen Systemes bei wachsender Stromintensität zunahm, was also auf eine Verminderung der Directionskraft schliefsen liefs, welche die Nadel in ihrer Gleichgewichtslage erhielt. Hr. Arndtsen fand, dafs die Vergröfserung der Schwingungsdauer nur bei einer bestimmten Stromesrichtung, bei der entgegengesetzten hingegen eine Verminderung der Schwingungsdauer bei wachsender Stromintensität bemerkbar war und dafs auch die Hülfsrolle einen gewissen Einflufs ausübte. Er erklärt die Erscheinung durch die unvollkommene Astasie der Nadel, indem der geringe Rest der Directionskraft des Erdmagnetismus durch die Wirkung der Stromspiralen entweder verstärkt oder geschwächt wird. Im ersten Fall tritt Verminderung, im letzteren Vergröfserung der Schwingungsdauer bei wachsender Stromintensität ein. Das Resultat von Tyndall, dafs die Ablenkung der Nadel durch die Wismuthstäbe mit wachsender Stromintensität nicht zunahm, erklärt Herr Arndtsen dadurch, dafs Tyndall zufällig diejenige Stromrichtung angewendet habe, bei welcher die Directionskraft mit der Strom-

intensität zunimmt. Sollte Tyndall die einfache Vorsichtsmaafsregel nicht gebraucht haben, die Ablenkungen bei entgegengesetzten Stromesrichtungen zu vergleichen?

Hr. Arndtsen benutzt das Diamagnetometer zur Vergleichung der Magnetismen verschiedener Substanzen, insbesondere der Lösungen von Eisenvitriol, Eisenchlorid und gelbem Blutlaugensalz, ferner des Nickels und Eisens. Die Lösungen waren in cylindrischen Glasröhren enthalten, von Nickel wurde ein dünner Blechstreif benutzt, der so lange mit Salpetersäure geätzt wurde, bis die Wirkung schwach genug war. Derselbe war 111,5^{mm} lang und wog 45,2^{mgr}. Dennoch mufste wegen der noch zu starken Wirkung die Empfindlichkeit des Instruments durch zwei besonders angebrachte Magnetstäbe verringert werden. Zur Reduction der Messungen auf absolutes Maafs diente dasselbe Verfahren, welches von Christie angewendet wurde (siehe oben). Bei den untersuchten Lösungen war der erregte Magnetismus der Gröfse der Scheidungskraft proportional, bei Nickel hingegen näherte er sich bald einem festen Grenzwerth. Der Magnetismus der untersuchten Eisensalze ergab sich nach absolutem Maafs, bezogen auf die Masseneinheit des in Lösung befindlichen Salzes und die Einheit der Scheidungskraft,

für Eisenvitriol $\mu = 0{,}0000693$
- Eisenchlorid $\mu = 0{,}0000848$ [1]).

Das gelbe Blutlaugensalz wird von Tyndall als diamagnetisch bezeichnet, mit der Maafsgabe jedoch, dafs eine concentrirte Lösung desselben schwächer diamagnetisch sei, als reines Wasser. Letztere Angabe fand Hr. Arndtsen bestätigt; um aber zu entscheiden, ob das Salz selbst diamagnetisch sei, wurden die Röhren mit dem trockenen Pulver des Salzes gefüllt. Obgleich nun die Masse des Salzes viel gröfser war, als die vorher in der Lösung befindliche, so zeigte sich doch keinerlei Wirkung am Diamagnetometer. Das gelbe Blutlaugensalz ist also nicht diamagnetisch.

Die für Nickel erhaltenen Zahlen sind mit den obigen nur

[1]) Eine andere Versuchsreihe mit dünneren und längeren Röhren ergab $\mu = 0{,}0000698$. Der etwa auftretende Diamagnetismus der Glasröhren ist, wie es scheint, vernachlässigt worden.

bei Anwendung sehr geringer Scheidungskräfte vergleichbar, bei denen man annehmen kann, dafs das magnetische Moment noch der Masse und der Scheidungskraft proportional sei. Unter dieser Voraussetzung ergab sich, bezogen auf 1 Milligramm und die Einheit der Scheidungskraft,

$$\mu = 26{,}0706.$$

Unter denselben Verhältnissen ergiebt sich aus den Bestimmungen, welche Weber[1]) für Eisen angiebt,

$$\mu = 5{,}48355,$$

oder bei sehr schwachen magnetisirenden Kräften ist der Magnetismus des Winkels fast 5 mal stärker, als der des Eisens. Dagegen ist der des Eisenvitriols 80915 mal und der des Eisenchlorids 66125 mal schwächer, als der des Eisens. Diese Resultate sind übrigens von denen von Plücker[2]) sehr abweichend, indem dieser, den Magnetismus des Eisens = 100000 gesetzt, den des Eisenvitriols (für 1 Milligramm des crystallisirten Salzes) in Lösung = 126 und den des gelösten Eisenchlorids = 254 findet, während sich diese Zahlen, auf Eisen = 100000 bezogen, aus den Angaben des Hrn. Arndtsen resp. = 1,24 und 1,51 ergeben. *Im.*

C. Matteucci. Recherche sperimentali sul diamagnetismo. Cimento VIII. 161-182; 241-250†; Ann. d. chim. (3) LVI. 190-214; Cosmos XIV. 118-118.

Die Versuche des Hrn. Matteucci, die man hier ausführlich und vollständig zusammengestellt findet, sind theilweise schon im Berl. Ber. 1857. p. 444 besprochen worden; andern Theils sind sie nur Wiederholungen der Versuche andrer Physiker, durch welche Hr. Matteucci (namentlich durch Wiederholung von Tyndall's Versuchen am Diamagnetometer) vollends zur Annahme der Theorie der diamagnetischen Polarität geführt worden ist. — Freilich ist man in Verlegenheit, wie man die Resultate verschiedener Versuchsreihen des Verfassers in Einklang bringen

[1]) Elektrodynamische Maafsbestimmungen, besonders über Diamagnetismus p. 573. Berl. Ber. 1852. p. 512.

[2]) Pogg. Ann. LXXIV. 343.

soll. Derselbe findet z. B. im Anfang der Abhandlung bei Wiederholung der Versuche von Reich und Tyndall, dafs die gemeinsame Wirkung zweier gleicher Spiralen eine vier mal so grofse Abstofsung hervorbringt, wie die einer einzigen, während sich aus der im späteren Verlauf der Abhandlung mitgetheilten Versuchsreihe, die schon im vorigen Jahresbericht erwähnt ist, ergiebt, dafs die Abstofsung der Intensität des Magnetismus einfach proportional ist — beide Resultate sind an der Torsionswage erhalten. — Das Resultat der Versuche über den Vertheilungszustand der Metalle formulirt Hr. Matteucci so: Der Diamagnetismus nimmt zu in dem Maafse, wie das elektrische Leitungsvermögen der Metalle durch den Vertheilungszustand abnimmt. Doch ist dies nur bei Gold und Silber der Fall, Wismuth gab ein negatives, Kupfer ein unsicheres Resultat; letzteres in Folge der leichten Oxydirbarkeit des fein vertheilten Kupfers. Reines Kupfer ist nämlich schwach diamagnetisch, Kupferoxyd aber magnetisch. *Im.*

J. Plücker. On the magnetic induction of crystals. Phil. Trans. 1858. p. 543-587†.

Hr. Plücker giebt in dieser Abhandlung eine vollständige Theorie des Verhaltens der Krystalle unter Influenz einer constanten magnetischen Kraft (eines unendlich entfernten Magnetpols). Zum Anknüpfungspunkt für die theoretischen Untersuchungen dient die Beschreibung des Verhaltens der Krystalle von Kaliumeisencyanid, schwefelsaurem Zinkoxyd und ameisensaurem Kupferoxyd; da dieses Verhalten durch die nachfolgenden theoretischen Entwickelungen vollständig bestätigt und erläutert wird, so gehen wir sogleich auf den wesentlichen Inhalt des letzteren ein.

Hr. Plücker führt das magnetische Verhalten der Krystalle zurück auf das eines Ellipsoids von weichem Eisen. Das Problem der magnetischen Induction eines dreiaxigen Ellipsoids *E* unter Influenz eines unendlich entfernten Poles ist von Poisson[1])

[1]) Mém. d. l'Ac. 1824. V. 492*.

vollständig gelöst und von Beer[1]) in einer die weitere Untersuchung erleichternden Form geometrisch dargestellt worden. Die Halbaxen des Ellipsoids E seien A, B, C. Man construire ein Hülfsellipsoid, dessen Halbaxen $\frac{1}{a}$, $\frac{1}{b}$, $\frac{1}{c}$ der Richtung nach mit denen des Ellipsoids E zumsammenfallen und der Länge nach folgendermaafsen bestimmt sind:

$$\frac{1}{a^2} = 2\pi(1-k) + \frac{2k}{A^2}\int_0^{\pi} d\vartheta \int_0^{\pi} dv \frac{\frac{\sin^2\vartheta}{\varrho^2} - \frac{\cos^2\vartheta}{A^2}}{\left(\frac{\sin^2\vartheta}{\varrho^2} + \frac{\cos^2\vartheta}{A^2}\right)^2} \sin\vartheta,$$

wo

$$\frac{1}{\varrho^2} = \frac{\cos^2 v}{B^2} + \frac{\sin^2 v}{C^2}.$$

Die Ausdrücke für $\frac{1}{b^2}$ und $\frac{1}{c^2}$ werden aus diesem durch cyklische Vertauschung von A, B, C hergeleitet. (Für den Fall der elektrischen Influenz ist die Inductionsconstante $k = 1$ zu setzen). — Dieses Hülfsellipsoid werde von der Geraden, welche seinen Mittelpunkt O mit dem unendlich entfernten Pol verbindet, in den Punkten M und M' durchschnitten. Man lege Tangentialebenen an das Ellipsoid in M und M', fälle auf dieselben vom Mittelpunkt die Perpendikel OP, OP'. Es sei die Länge $OM = r$, $OP = p$, der Winkel, welchen beide Richtungen einschliefsen ξ. Man bestimme auf OP und OP' zwei Punkte, Q und Q', welche zu beiden Seiten des Mittelpunkts in der gleichen Entfernung $\frac{1}{rp}$ liegen. Man denke sich zwei Ellipsoide, deren Axen denen des inducirten Ellipsoides E gleich und parallel sind und deren Mittelpunkte in Q und Q' liegen, das eine mit nord-, das andre mit südmagnetischem Fluidum gefüllt, so wird die Wirkung des Magnetpols auf das Ellipsoid E durch die Anziehung und Abstofsung der in den beiden Ellipsoiden enthaltenen Fluida dargestellt. Sei die Anziehung, welche das eine, die Abstofsung, welche das andre erfährt, $= \varphi$, so ist das resultirende Drehungsmoment

[1]) Pogg. Ann. XCIV. 192*.

$$\frac{2\varphi \sin \xi}{pr}$$

oder

$$\frac{2\varphi \operatorname{tang} \xi}{r^2}.$$

Die Axe *OR*, um welche das Ellipsoid sich zu drehen strebt, ist senkrecht auf der Ebene *MOP*. Die Durchmesser *MOM'* und *ROR'* des Hülfsellipsoids, welche gleichzeitig Axen der Ellipse sind, in welcher das Hülfsellipsoid von der Ebene *MOR* geschnitten wird, sind conjugirte Axen des Ellipsoids, und ihre Beziehung ist wechselseitig, so dafs ein in der Richtung *OR* liegender Pol ein Drehungsmoment um *OM* erzeugen würde.

Kann sich das Ellipsoid nur um einen verticalen Durchmesser drehen, während die Richtung *OM* horizontal angenommen wird, so ist das Drehungsmoment um diesen Durchmesser

$$\frac{2\varphi \operatorname{tang} \xi'}{r^2},$$

wo ξ' die Projection des Winkels $POM = \xi$ auf die Horizontalebene bezeichnet. Damit Gleichgewicht vorhanden sei, mufs $\xi' = 0$ sein, was immer der Fall ist, wenn die verticale Umdrehungsaxe auf dem kreisförmigen Diametralschnitt des Hülfsellipsoids senkrecht steht. Nennt man daher magnetische Axen des Ellipsoids die auf den Kreisschnitten des Hülfsellipsoids senkrechten Durchmesser, so ist das Ellipsoid, wenn es längs einer magnetischen Axe aufgehängt ist, in jeder Lage im indifferenten Gleichgewicht.

Aus den angegebenen Principien läfst sich durch bekannte analytisch-geometrische Betrachtungen für jede gegebene Lage der Umdrehungsaxen gegen die Hauptaxen des Ellipsoids die Gleichgewichtslage bestimmen, wenn die Lage der magnetischen Axen bekannt ist. Umgekehrt kann man den Winkel 2ω, welchen die optischen Axen einschliefsen, bestimmen, indem man die Gleichgewichtslage des Ellipsoids bei irgend einer bekannten Lage der Umdrehungsaxe beobachtet. Die Formeln, welche diese Relationen darstellen, zeigen grofse Analogie mit denjenigen, durch welche die Schwingungsrichtungen des Lichtes in

einem optisch zweiaxigen Krystall bei gegebener Fortpflanzungsrichtung bestimmt werden; oder durch welche man umgekehrt die Lage der optischen Axen zu bestimmen im Stande ist, indem man die Polarisationsrichtungen der in einer gegebenen Richtung sich fortpflanzenden Strahlen beobachtet. Der Richtung der Wellennormale entspricht hier die Umdrehungsaxe, den Polarisationsrichtungen entspricht der äquatoriale und der axiale Durchmesser des Horizontalschnitts.

Der obige Ausdruck für das Drehungsmoment bei einer beliebigen Lage des Ellipsoids gestattet eine vollständige Behandlung der Gesetze der Schwingungen des Ellipsoids um seine Gleichgewichtslage, welche zu folgenden für die Verification der Theorie durch den Versuch wichtigen Resultaten führt. Es sei A die gröfste, B die mittlere, C die kleinste Axe des Ellipsoids θ_a, θ_b, θ_c die Schwingungszeiten der Oscillationen um die drei Hauptaxen, so ist

$$\frac{A^2+B^2}{\theta_c^2}+\frac{B^2+C^2}{\theta_a^2}=\frac{A^2+C^2}{\theta_b^2}$$

und

$$\operatorname{tang}^2\omega=\frac{B^2+C^2}{A^2+B^2}\cdot\frac{\theta_c^2}{\theta_a^2}.$$

Die Schwingungsdauer um eine beliebige Drehungsaxe, welche mit den magnetischen Axen die Winkel ψ und ψ' einschliefst, ist bestimmt durch die Gleichung

$$\frac{\theta_b^2}{\theta^2}=\frac{K_b^2}{K^2}\sin\psi\sin\psi',$$

wo K_b und K die Trägheitsmomente des Ellipsoides in Beziehung auf die Axe B und die gegebene Axe bezeichnen.

Um diese Resultate experimentell zu bestätigen, liefs der Verfasser durch Hrn. Fessel zwei einander ähnliche Ellipsoide von weichem Eisen anfertigen, deren Halbaxen in folgendem Verhältnifs standen

$$A^2:B^2:C^2=400:160:100,$$

so dafs der Winkel der Ebenen beider Kreisschnitte 90° betrug. Der gröfste Durchmesser des einen Ellipsoides betrug 3,16 Zoll, das andere war halb so grofs. Das Ellipsoid wurde in einem

graduirten Messingring befestigt, dessen Ebene den Axen A und C entsprach, und konnte mittelst desselben in verschiedenen Lagen aufgehängt werden. Indem man successive verschiedene Durchmesser des Messingringes zu Umdrehungsaxen machte, liefs sich der Winkel der magnetischen Axen (also der Kreisschnitte des Hülfsellipsoids) bestimmen und ergab sich für das gröfsere Ellipsoid = 29°, für das kleinere = 30°.

Durch Beobachtung der Schwingungszeiten θ_a, θ_b, θ_c fand sich die erste der obigen Formeln innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler bestätigt, und mittelst der zweiten erhielt man $\omega = 30° 13'$.

Alle gewonnenen theoretischen Resultate sind nun unmittelbar auf Krystalle anwendbar, wenn man sich dieselben aus einer unendlich grofsen Anzahl Ellipsoide bestehend denkt, die nicht merklich auf einander influiren; denn das Drehungsmoment in Bezug auf den ganzen Krystall ist dann gleich der Summe der Drehungsmomente der einzelnen Molecüle. Nur ist bei den Formeln für die Schwingungsdauer der Einflufs der Gestalt des Krystalls auf das Trägheitsmoment zu berücksichtigen. Schneidet man aus dem Krystall eine Kugel, so dafs die Trägheitsmomente in Beziehung auf die drei Hauptaxen einander gleich werden, so gehen obige Formeln über in

$$\frac{1}{\theta_a^2}+\frac{1}{\theta_c^2}=\frac{1}{\theta_b^2}, \qquad \frac{\theta_c}{\theta_a}=\operatorname{tang}\omega, \qquad \theta^2=\theta_b^2 \sin\psi \sin\psi'.$$

Zur Bestätigung dieser Resultate diente eine homogene Kugel von 0,39 Zoll Durchmesser aus einem Krystall von ameisensaurem Kupferoxyd. Die erste Gleichung fand sich auch hier bestätigt. Der Winkel der magnetischen Axen ergab sich aus der Vergleichung der Schwingungszeiten = 25° 8' und aus der Beobachtung der Gleichgewichtslage, welche der Krystall annahm, als er längs einer gewissen Axe aufgehängt wurde, deren Lage gegen die Krystallaxen bekannt war, = 25° 3'. Endlich fand sich auch die dritte der obigen Formeln in völliger Uebereinstimmung mit der Erfahrung.

Bei einem Krystall von Wismuth war, wie bei allen guten Leitern, deren Magnetismus nicht so überwiegend ist, wie der des

Eisens, die Methode der Schwingungen wegen des strömenden Einflusses der Inductionsströme nicht anwendbar. Es wurde daher der Krystall an einem Platindraht aufgehängt und die Gröfse des Drehungsmoments in Beziehung auf verschiedene Umdrehungsaxen durch Torsionsversuche ermittelt. Da der Wismuthskrystall einaxig ist, so reducirt sich das Moment für irgend eine beliebige Axe, welche den Winkel ψ mit der Hauptaxe einschliefst, auf die einfache Form

$$L = L_0 \sin^2 \psi.$$

Die in dem letzten Abschnitt zusammengestellten Resultate der Untersuchungen der Herren Plücker und Beer über die Lage der magnetischen Axen zahlreicher Krystalle sind mit wenigen Ausnahmen, zwei Abhandlungen entnommen, über welche früher berichtet worden ist [1]). Nur ist die Ausdruckweise der jetzigen theoretischen Anschauung des Verfassers gemäfs abgeändert. *Im.*

[1]) Siehe Pogg. Ann. LXXXI. 115, LXXXII. 42; Berl. Ber. 1850, 51. p. 1131*.

41. Anhang zur Elektricitätslehre: Die Fortschritte der Elektrophysiologie in den Jahren 1854 bis 1858.

Vorbemerkung.

Indem ich der Aufforderung nachkomme, die seit dem Jahre 1854 unterbliebene Berichterstattung über Elektrophysiologie wieder aufzunehmen, halte ich es für nothwendig, ein Paar Worte über den Standpunkt zu sagen, von welchem aus ich mich der Aufgabe unterzogen habe. Als diese Berichte gegründet wurden, war durch die Bemühungen E. du Boys-Reymond's eben erst ein ganz neuer Zweig der Wissenschaft, eben so sehr der Physik als der Physiologie angehörig, gleichsam neu geschaffen worden. Die Elektrophysiologie, bisher nur dem Namen nach bestehend und nur von Einzelnen ohne zureichende Kenntnifs und Kraft behandelt, begann als selbständiger Zweig der Wissenschaft sich Geltung zu verschaffen. Ihr in einem Bericht über die Fortschritte der Physik einen Platz zu gönnen, war man um so mehr berechtigt, als du Bois-Reymond selbst die Berichterstattung übernahm. Seit jener Zeit aber hat sich die Sachlage wesentlich geändert. Aus dem engumschriebenen Gebiet der Elektrophysiologie heraus hat sich, nachdem durch du Bois-Reymond der Anstofs gegeben war, ein ganz neuer Zweig der Physiologie gebildet, die allgemeine Muskel- und Nervenphysiologie, welche durch die vereinten Bemühungen vieler und zum Theil ausgezeichneter Forscher einen Umfang gewonnen hat, welcher weit über die Grenzen eines physikalischen Jahresberichtes hinausgeht. Dennoch ist dieses Gebiet der Physiologie, ähnlich der physiologischen Optik, so enge mit der Physik verknüpft, dafs es für den Physiker stets ein lebhaftes Interesse erregen wird, und dafs es nicht gerechtfertigt erscheint, dasselbe ganz aus diesen Berichten zu verbannen, um so mehr, da die Originalarbeiten selten in die Hände

der Physiker gelangen und zu ihrem Verständnifs oft eine Menge physiologischen Details erfordert wird, dessen Kenntnifs bei dem Physiker im Allgemeinen nicht vorausgesetzt werden kann. Daraus ist für mich die Aufgabe erwachsen, aus dem gesammten Gebiete der allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie diejenigen Arbeiten auszuwählen, welche ich für eine Besprechung an diesem Orte für geeignet hielt. Ich habe nun geglaubt, nur solche Arbeiten aufnehmen zu müssen, welche speciell unter den Begriff „Elektrophysiologie" gebracht werden können. Wie ich denselben verstehe, wird die Eintheilung, die ich getroffen habe, ergeben. Allerdings bin ich dadurch gezwungen worden, viele für die allgemeine Muskel- und Nervenphysiologie gerade sehr wichtige Arbeiten auszuschliefsen, und mufs daher diejenigen, welche sich näher für den Gegenstand interessiren, auf die Handbücher der Physiologie und die physiologischen Jahresberichte verweisen. Eine Auswahl nach der Wichtigkeit der Arbeiten allein zu treffen, mufste ich mir versagen, um dem subjectiven Urtheil keinen zu grofsen Spielraum zu gönnen. Nur bei den Helmholtz'schen Arbeiten habe ich eine Ausnahme machen zu müssen geglaubt, obgleich sie sogar vor den von mir zu behandelnden Zeitraum fallen, einerseits weil ohne sie eine hier zu behandelnde Aıbeit desselben Verfassers unverständlich geblieben wäre, andererseits weil ich glaube, dafs viele Physiker es mir Dank wissen werden, dafs ich ihnen jene klassischen Arbeiten des genialen Physiologen wenigstens etwas zugänglicher gemacht habe. Um übrigens die nothwendig entstehenden Lücken möglichst auszufüllen, habe ich es versucht, durch kurze Einleitungen den Leser auf den Standpunkt zu stellen, von welchem aus die besprochenen Arbeiten aufzufassen sind.

Grundsätzlich habe ich alle Arbeiten über Elektrotherapie ausgeschlossen, da dieselben zum gröfsten Theil gar keinen wissenschaftlichen Werth haben. Von anderen Arbeiten, welche ich keiner weiteren Besprechung für werth hielt, habe ich nur die Titel angegeben, und dieselben durch einen beigesetzten Stern gekennzeichnet. Wo mehrere Citate gegeben sind, bedeutet der Stern hinter dem zweiten u. ff., dafs ich dieselben selbst verglichen habe.

A. Entwickelung der Elektricität in Organismen.

1. In Pflanzen.

Buff. Ueber die Elektricitätserregung durch lebende Pflanzen. Liebig Ann. LXXXIX. 76-89†; Phil. Mag. VII. 122; Fechner C. Bl. 1854. p. 167-171*.

Die Versuche von Wartmann [1]) und Becquerel [2]), welche gleichartige Platinspitzen oder Platinstreifen als Enden des Multiplicatordrahtes an die verschiedenen Stellen einer Pflanze angelegt, und die entstehenden Ströme beobachtet hatten, scheinen dem Verfasser nicht hinlänglich genau, da einerseits Platin in Berührung mit verschiedenen Flüssigkeiten eine ungleiche Erregung erfahre, andererseits selbst die gleichartigsten Platindrähte in einer und derselben Flüssigkeit beim ungleichzeitigen Eintauchen Ströme erregen. Da nun die Wurzeln üppig wachsender Pflanzen sich in feuchter Erde verbreiten und die Blätter stets zum mindesten hygroskopisch feucht sind, so glaubt Hr. Buff die natürlichen Bedingungen der Pflanze am wenigsten zu ändern, wenn er die auf ihr elektrisches Verhalten zu prüfenden Theile unmittelbar nur mit Wasser in Berührung bringt. Hr. Buff schlägt daher folgendes Verfahren ein. Zwei Gefäfse werden zum Theil mit Quecksilber und dann bis fast zum Rande mit Wasser gefüllt. In Glasröhren eingeschmolzene Platindrähte tauchen in das Quecksilber und verbinden es mit den Enden des Multiplicatordrahtes. Nachdem man die beiden Gefäfse durch einen Streifen feuchten Fliefspapiers verbunden, um sich von der Abwesenheit etwaiger Ungleichartigkeiten zu überzeugen, wird der Fliefspapierstreifen entfernt und die zu untersuchende Pflanze an dessen Stelle gebracht. Auf diese Weise hat Hr. Buff eine grofse Anzahl Pflanzen und verschiedene Theile derselben untersucht und ist dabei zu folgendem Resultat gekommen: Die Wurzeln und alle inneren mit Saft erfüllten Theile einer Pflanze sind negativ gegen die feuchten oder befeuchteten Aufsenflächen der frischen Zweige, Blätter,

[1]) Arch. d. sc. phys. XV. 301.
[2]) Ann. d. chim. (3) XXXI. 40.

Blumen und Früchte. Die hier auftretende elektromotorische Kraft ist übrigens sehr gering, doch konnte Hr. Buff, indem er eine Säule aus 12 Blättern bildete, mit Condensator und Säulenelektroskop freie Spannungselektricität nachweisen.

Die Ursache dieser Ströme sucht Hr. Buff in der chemischen Differenz der äufseren Pflanzenoberfläche und der inneren safterfüllten Theile. Er sagt, dafs, wenn eine wässerige Lösung auf beiden Seiten von Wasser begrenzt ist, zu welchem der Uebergang auf der einen Seite plötzlich, auf der anderen allmälig stattfinde, man stets einen nach der Seite des plötzlichen Uebergangs gerichteten Strom erhalte. Zum Belege hierfür werden einige Versuche mit Fliefspapierbäuschen angeführt. Dieser Fall trete bei den Pflanzen ein, deren Epidermis den das Innere erfüllenden sauren und salzigen Flüssigkeiten den Durchtritt verwehre, ohne dadurch die Fähigkeit zu verlieren, Wasser durchzulassen und Elektricität zu leiten. Aus dem Allem folge übrigens, dafs diese Ströme in der lebenden Pflanze gar nicht existirten, mit dem Vegetationsprocesse unmittelbar in gar keinem Zusammenhange ständen und dafs die starke Spannungselektricität, welche Pouillet bei seinen Versuchen beobachtet hat[1]), schwerlich durch die Pflanzen bedingt war.

[1]) Ann. d. chim. (3) XXXV. 401; Pogg. Ann. XI. 430.

Fernere Literatur.

Billiard. Première étude sur les manifestations électriques des plantes. C. R. XXXIX. 1203-1204*.

Baxter. An experimental inquiry undertaken with the view of ascertaining, wheter any signs of current electricity are manifested in plants during vegetation. Edinb. J. (2) IV. 164-165*.

2. In Thieren.

a) Nerven- und Muskelstrom und negative Schwankung desselben.

Helmholtz. Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven. Müller Arch. 1850. p. 276-364†.

— — Messungen über Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven. Zweite Reihe. Müller Arch. 1852. p. 199-216†.

— — Ueber die Geschwindigkeit einiger Vorgänge in Muskeln und Nerven. Berl. Monatsber. 1854. p. 328-332†.

— — Ueber die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologische Zwecke. Königsb. naturw. Unterh. II. 2. p. 169-189†.

Muskeln sind elastische Gebilde, welche die Fähigkeit haben, ihre Gestalt zu verändern, kürzer und dicker zu werden, und dadurch mechanische Arbeit zu leisten. Eingriffe, welche diese Gestaltveränderung zur Folge haben, nennt man Erreger oder Reize; die Fähigkeit des Muskels durch jene Eingriffe zur Gestaltveränderung, zur Thätigkeit, angeregt zu werden, Erregbarkeit. Die Erreger wirken entweder auf den Muskel unmittelbar, oder mittelbar durch den Nerven, denn läfst man einen Erreger auf irgend eine Stelle eines noch mit dem Muskel in organischem Zusammenhang stehenden Nerven wirken, so geräth der Muskel ebenfalls in Thätigkeit. Indem nämlich zunächst die unmittelbar erregte Stelle des Nerven in den veränderten Zustand der Erregung geräth, pflanzt sich dieser Zustand im Nerven fort und wirkt, am Muskel angelangt, seinerseits selbst als Erreger auf den Muskel.

Zieht sich ein Muskel zusammen, so kann er ein an ihn gehängtes Gewicht auf eine bestimmte Höhe heben. Das Product des Gewichts in die Hubhöhe, die geleistete Arbeit, ist abhängig von den Dimensionen des Muskels und von dem angehängten Gewichte selbst. Denn je gröfser das Gewicht, desto kleiner ist die Hubhöhe und bei einer gewissen Gröfse des Ge-

wichts wird die Hubhöhe und mit ihr die Arbeit Null. Es wird also eine mittlere Gröfse des Gewichtes geben, bei welcher die Arbeit ein Maximum ist.

Ein Muskel kann sich aber auf zweierlei Weise zusammenziehen. Wirkt ein momentaner Erreger auf ihn, so zieht er sich zusammen und erschlafft sogleich wieder, der Muskel zuckt; folgt aber auf die erste Erregung sogleich eine zweite u. s. f. in so kleinen Zeitintervallen, dafs der Muskel gar nicht Zeit hat, sich wieder auszudehnen, so bleibt der Muskel dauernd verkürzt; diesen Zustand nennt man Tetanus. Es ist klar, dafs der Muskel im Tetanus keine Arbeit im Sinne der Mechanik zu leisten vermag. Die erste der Helmholtz'schen Arbeiten ist vorzugsweise dem Studium der ersten Art der Muskelthätigkeit, der einzelnen Zuckung gewidmet.

Während der Thätigkeit des Muskels werden neben seinen mechanischen auch seine elektrischen, thermischen, chemischen Verhältnisse geändert; deshalb nennt Hr. Helmholtz die mechanische Thätigkeit des Muskels seine Energie und legt sich zunächst die Frage vor: In welchen Zeiträumen steigt und sinkt die Energie des Muskels nach momentaner Reizung?

Hängt man an einen Muskel mittelst einiger Zwischenstücke ein Gewicht, befestigt an eines dieser Zwischenstücke horizontal eine feine Stahlspitze, welche gegen eine mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit in horizontaler Richtung bewegte berufste Glasfläche lehnt, so wird auf dieser, so lange der Muskel ruht, eine horizontale gerade Linie gezeichnet. Wenn der Muskel jedoch zuckt, so wird auf der Fläche eine Curve gezeichnet, deren Abscissen die seit der Reizung verflossenen Zeiten, deren Ordinaten die Erhebungen des Gewichts durch den zuckenden Muskel, d. h. die Verkürzung des Muskels messen. Solche Curven würden ein genaues Bild von dem zeitlichen Verlauf der Muskelzuckung geben, wenn nicht Reibung und Trägheit einen Einflufs auf die Gestalt der Curven hätten. Wirkte die Muskelzuckung momentan, so würde man natürlich, abgesehen von der Reibung, eine Parabel erhalten. Statt dessen zeigt die gezeichnete Curve im ansteigenden, wie im absteigenden Theil Wendepunkte und endet mit einer Wellenlinie, deren Excursionen immer kleiner werden,

bis sie sich asymptotisch der Abscissenaxe anschliefst. In den nach oben concaven Stellen mufs aber jedenfalls die Spannung des Muskels gröfser gewesen sein, als das angehängte Gewicht, in den nach oben convexen kleiner, in den Wendepunkten aber genau gleich. Wir lernen also aus jenen Curven jedenfalls für eine Reihe discreter Zeiten die Energie des Muskels kennen. Es ergiebt sich aber in dieser Beziehung, dafs nach einem momentanen Reiz die Energie des Muskels ganz allmälig ansteigt, ein Maximum erreicht und noch langsamer sinkt.

Da jedoch die Reibung hinderte, die Versuche bis zum wünschenswerthen Grade der Genauigkeit zu bringen, verliefs Hr. Helmholtz diesen Weg ganz und wandte sich zur weiteren Verfolgung des Gegenstandes mit Hülfe der Pouillet'schen Methode zur Messung kleiner Zeittheilchen. An einen senkrecht aufgehängten Muskel hing er eine Vorrichtung, mit Hülfe deren ein Strom geöffnet wurde, wenn der Muskel anfing zu zucken. Es durfte also nur noch jener Strom genau in dem Momente geschlossen werden, wo der Muskel gereizt wurde, um aus der Gröfse der Ablenkung, welche ein Magnetstab durch jenen Strom erfuhr, die Zeit zu bestimmen, welche zwischen Reizung und Beginn der Zuckung verflossen war.

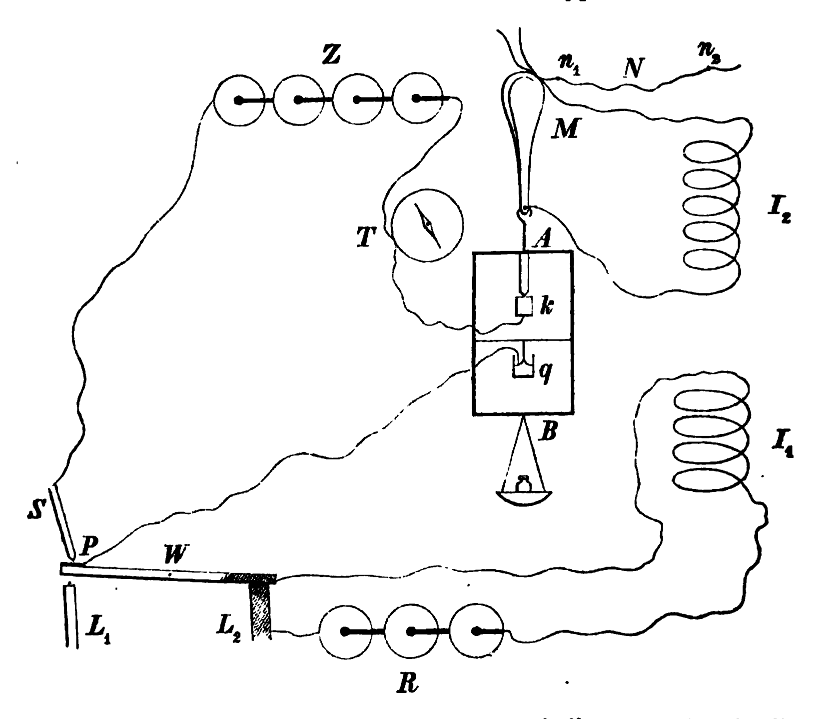
Hängt man an einen Muskel ein Gewicht, so wird er durch dasselbe gedehnt, bis seine Spannung dem Gewichte gleich ist. Dieses Gewicht heifse die Belastung des Muskels. Reizt man jetzt den Muskel, so wird er die Belastung heben, sobald seine Spannung um ein Minimum zunimmt, oder was dasselbe heifst, sobald seine Energie einen endlichen Werth erreicht. Unterstützt man jedoch den Muskel, nachdem das Gewicht angehängt ist, und fügt dann das Gewicht hinzu, welches ihn nun natürlich nicht mehr dehnen kann, und welches die Ueberlastung heifsen soll, so wird er erst anfangen können, sich zu verkürzen, sobald seine Spannung der Summe der Belastung und Ueberlastung gleich ist, oder sobald seine Energie einen durch die Ueberlastung zu messenden Werth erreicht hat. Eine Reihe von Zeitmessungen mit verschiedenen Ueberlastungen wird also ein Bild von dem allmäligen Ansteigen der Energie nach Einwirkung eines

momentanen Reizes geben. Ueber die Art, wie die Energie sinkt, nachdem sie ihr Meximum erreicht hat, vermag diese Methode jedoch zunächst keine Auskunft zu geben.

Es kam nun vor allen Dingen darauf an:

> Den zeitmessenden Strom genau in dem Moment beginnen zu lassen, wo der momentane Reiz den Muskel trifft, und ihn in dem Moment dauernd zu unterbrechen, wo die Energie des Muskels einen bestimmten Werth erreichte.

Die beistehende Figur stellt die Anordnung dar, durch welche Helmholtz beides erreichte. Eine kleine Wippe *W* von festem



Holze ist um eine horizontale Axe, innerhalb enger durch die Wiederlager L_1 und L_2 gegebener Grenzen beweglich. Durch eine Feder wird sie stets gegen L_2 gedrückt, und hält so den Strom der Kette *R* geschlossen, welcher zugleich die Inductionsspirale I_1 durchfliefst. Dieser mehr oder weniger nahe steht die Spirale I_2, deren Pole an das obere und untere Ende des

Muskels *M* gehen. Am anderen Ende der Wippe ist ein Metallplättchen *P* befestigt. Setzt der Experimentator den Stab *S* kräftig auf dieses Plättchen auf, so wird der zeitmessende Strom der Kette *Z* geschlossen, gleichzeitig aber der Strom der Kette *R* geöffnet und der in I_2 entstehende Inductionsschlag reizt den Muskel. In die Bahn des zeitmessenden Stromes der Kette *Z* ist das stromleitende Mittelstück *AB* eingeschaltet. Dasselbe besteht aus einem am Muskel hängenden Rahmen von Metall. Der obere Querbalken desselben trägt nach unten eine vergoldete Kuppe *k*, welche sich auf ein vergoldetes Widerlager stützt und so verhindert, dafs die auf die Wagschale gelegte Ueberlastung den Muskel dehne. Der zweite Querbalken des Rahmens trägt eine feine amalgamirte Kupferspitze, unter welcher sich das Quecksilbernäpfchen *q* befindet. Hebt man das Näpfchen ein wenig, bis die Spitze in das Quecksilber eintaucht, und senkt es dann wieder langsam, so zieht sich das Quecksilber zu einem kleinen Kegel aus und stellt die Leitung zwischen dem Rahmen und dem Quecksilbernäpfchen her. Wird also der Stab *S* auf *P* aufgesetzt, so geht der zeitmessende Strom von der Kette über *S* und *P* nach *q*, von da durch den Rahmen über *k* nach dem Multiplicator *T* und zur Kette *Z* zurück. In dem Moment, wo der Muskel anfängt zu zucken, öffnet er den Strom bei *k*, zugleich aber zerreifst der Quecksilberkegel in *q*, und wenn der Muskel erschlafft, so kann durch den zurückfallenden Rahmen der Strom nicht wieder geschlossen werden. Der zeitmessende Strom wird also in dem Moment geschlossen, wo der Reiz den Muskel trifft und in dem Moment dauernd unterbrochen, wo der Muskel zu zucken beginnt.

Es kam nun darauf an, zu zeigen, dafs zwischen der Schliefsung des zeitmessenden und der Oeffnug des inducirenden Stromes keine mefsbare Zeit verstrich. Zu diesem Behuf wurde die Wippe so in den zeitmessenden Strom eingeschaltet, dafs dieser durch das Aufsetzen des Kupferstabes geschlossen und durch die Bewegung der Wippe wieder geöffnet wurde. Die Schwingungen des Magnetstabes mufsten dann unverändert bleiben, was auch wirklich der Fall war. Aufserdem mufste gezeigt werden, dafs der zur Reizung verwandte Inductionsstrom wirklich mo-

mentan war, d. h. eine gegen die zu messenden Zeiten verschwindend kleine Dauer hatte. Dieses wurde folgendermaßen bewiesen. Das Platinplättchen *P* der Wippe wurde durch ein amalgamirtes Kupferblättchen ersetzt und mittelst eines Kupferstabes mit amalgamirter Spitze eine Nebenschliefsung von sehr geringem Widerstand zu der inducirenden Spirale geschlossen. Ging der so erzeugte Inductionsstrom durch den Multiplicator, so lenkte er den Magnetstab um 1,6 Scalentheile ab, wurde er aber durch die der Wippe mitgetheilte Bewegung unterbrochen, nur um 0,4 bis 0,6. Während der Zeit, dafs der Kupferstab die dünne Quecksilberschicht durchdrang, ging also etwa ¼ bis ⅜ des Inductionsstromes durch den Multiplicator. Nun wurde aber diese Zeit gefunden gleich 0,00012 bis 0,00033 Secunde. Ein so durch Nebenschliefsung erzeugter Inductionsstrom dauert aber sehr viel länger, als ein durch einfache Oeffnung erzeugter. Diese letzteren können also wirklich als momentan angesehen werden.

Auf diese Weise wurden nun die Zeiten bestimmt, welche zwischen Reizung und Beginn der Zuckung bei verschiedenen Ueberlastungen verstrich. Das Resultat war, dafs auch bei der Ueberlastung gleich Null eine Zeit zwischen Reizung und Zuckung verfliefst, ferner dafs die zwischen Reizung und Zuckung verfliefsende Zeit um so gröfser ist, je gröfser die Ueberlastung, endlich dafs für gleiche Differenzen der Ueberlastung die Zeitdifferenzen zu Anfang und zu Ende gröfser sind, als in der Mitte. Dies heifst aber mit anderen Worten: Die Energie des Muskels erreicht erst einige Zeit nach der Reizung einen endlichen Werth, wächst dann anfangs langsam, dann schneller, und dann wieder langsam bis zum Maximum, um von diesem (in nach dieser Methode nicht zu untersuchender Weise) auf Null zurückzusinken. Zwischen Reizung und Beginn der steigenden Energie verfliefst fast 0,01 Secunde bis zur Erreichung des Maximums gegen 0,045 Secunde. Durch Ermüdung des Muskels und durch Anwendung schwächerer Ströme werden die Zeiten zwischen Reizung und Erlangung einer bestimmten Energie vergröfsert.

Nachdem Hr. Helmholtz verschiedene Fehlerquellen discutirt und gezeigt hat, dafs sie auf das Resultat der Untersuchung ohne erheblichen Einflufs bleiben, wendet er sich zum zweiten

Theil seiner Aufgabe: der Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven. Bisher wurde der Muskel immer unmittelbar erregt, indem man den Inductionsstrom durch ihn selbst leitete. Erregt man den Muskel jedoch vom Nerven aus, indem man den Inductionsstrom durch irgend eine Stelle des letzteren leitet, so findet man, dafs die zwischen Reizung und Erlangung einer bestimmten Energie verfliefsenden Zeiten stets etwas gröfser ausfallen. Dieser Unterschied rührt her von der Zeit, welche verfliefst, bis die Erregung von der erregten Stelle des Nerven bis zum Muskel gelangt ist. Leitet man nun den Inductionsstrom abwechselnd durch die dem Muskel sehr nahe Stelle n_1, und die von ihm entfernte Stelle n_2 des Nerven N, so giebt die so gefundene Zeitdifferenz die Zeit an, welche die Erregung bedarf, um von der oberen Stelle des Nerven zur unteren zu gelangen. Die vom Verfasser mitgetheilten Versuchsreihen ergeben nun für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven im Mittel 26,4 Meter in der Secunde, eine sehr mäfsige Geschwindigkeit, die nur verständlich wird, wenn man die Fortpflanzung der Erregung als eine sich fortpflanzende Bewegung in den ponderablen Molecülen des Nerven auffafst, wie dies auch die von du Bois-Reymond aufgedeckten Thatsachen zu thun nöthigen. Helmholtz zeigt auch noch durch eine eigene Versuchsreihe, dafs der Verlauf der Muskelzuckung nicht geändert wird, wenn man den Nerven reizt, sondern dafs alle Stadien gleichmäfsig verzögert werden, und zwar um so mehr, je weiter die gereizte Nervenstelle vom Muskel entfernt ist. Auch wies er nach, dafs die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von der Temperatur des Nerven abhängig ist, denn sie wurde bei Erkaltung des Nerven ungemein verringert, und zwar auch dann, wenn die erkaltete Stelle gar nicht zwischen der gereizten Stelle und dem Muskel lag. Aber auch auf den Verlauf der Muskelzuckung übt die Erkaltung irgend einer Stelle des Nerven einen Einflufs, indem alle Stadien derselben verlängert werden.

Die zweite oben citirte Abhandlung beschäftigt sich mit dem Nachweis der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven nach der erst besprochenen Methode der Zeichnung auf

einer bewegten Fläche. Die Hauptschwierigkeit war, den Apparat so einzurichten, dafs die Bewegung gleichmäfsig, und dafs die Reizung stets bei einer und derselben Geschwindigkeit und bei einer und derselben Stellung des rotirenden Cylinders, auf welchem gezeichnet wird, stattfinde. Da eine wirklich gleichmäfsige Bewegung nicht zu erreichen ist, so verzichtete Hr. Helmholtz ganz auf dieselbe und benutzte beschleunigte Geschwindigkeit, so jedoch, dafs er sicher war, während des jedesmaligen Versuchs dieselbe Geschwindigkeit zu haben, die sich innerhalb der Versuchszeit nicht merklich änderte. Der Eintritt dieser Geschwindigkeit wurde angezeigt durch den Moment, wo zwei einander berührende Schwungkugeln eben von einander zu weichen begannen. Der Cylinder hatte dann eine Umdrehungsgeschwindigkeit von $\frac{1}{6}$ Secunde, und wenn diese Geschwindig- $\frac{1}{460}$ ihres Werthes änderte, mufsten die Kugeln schon um mehr als die Länge ihres Halbmessers von einander entfernt werden. Wird also der Versuch vorgenommen, wenn die Kugeln sich zu lösen beginnen, so hat man jedesmal die nämliche Geschwindigkeit. — Der rotirende Cylinder ist auf einer Schwungscheibe befestigt, welche einen vorspringenden Daumen hat. Vor der Schwungscheibe steht eine kleine Wippe, welche einen kleinen Hebel trägt. Durch den Druck des Fingers hält der Experimentator die Wippe so, dafs der Daumen der Schwungscheibe an dem Hebel vorbeigeht. Läfst der Experimentator aber die Wippe los, wenn die Schwungkugeln sich zu lösen beginnen, wenn also der Cylinder die bestimmte Geschwindigkeit hat, so senkt sich das eine Ende der kleinen Wippe, und der an der Schwungscheibe befindliche Daumen mufs den auf der Wippe befindlichen Hebel umschlagen. Dadurch wird ein Strom geöffnet, und ein von diesem inducirter Strom fliefst durch den Nerven. Auf diese Weise ist es erreicht, dafs die Reizung stets bei einer und derselben Stellung des rotirenden Cylinders geschieht, dafs die gezeichneten Curven also stets denselben Anfangspunkt des Coordinatensystems haben.

Wenn man auf diese Weise zwei Curven nach einander zeichnen läfst, indem beide Male dieselbe Stelle des Nerven gereizt wird, so decken sich die Curven vollständig, vorausgesetzt,

dafs die Erregbarkeit des Präparates sich nicht bedeutend geändert hat. Läfst man jedoch zwei Curven zeichnen, indem man das eine Mal eine dem Muskel nahe und das andere Mal eine möglichst ferne Stelle des Nerven reizt, so findet man, dafs die übrigens ganz congruenten Curven um einen bestimmten Abscissenwerth gegen einander verschoben sind, und zwar entspricht die Curve mit den gröfseren Abscissenwerthen jedesmal der Reizung der vom Muskel entfernteren Nervenstrecke. Diese Verschiebung kann in Nichts anderem ihren Grund haben, als in der Zeit, welche verflofs, ehe die Erregung von der oberen Stelle des Nerven zur unteren gelangte. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven ergiebt sich dann aus dem gemessenen Abstand der beiden Curven gegen einander und der bekannten Umdrehungsgeschwindigkeit des Cylinders. Hr. HELMHOLTZ findet als mittleren Werth 27,25 Meter, was mit dem nach der POUILLET'schen Methode gefundenen Werthe von 26,4 Metern nahe genug übereinstimmt. Die Wirkung der Erkältung auf Herabsetzung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Verzögerung des Zuckungsverlaufs ergab sich auch nach dieser Methode.

Die dritte Abhandlung von Hrn. HELMHOLTZ enthält einige fernere mit dem in der zweiten Abhandlung beschriebenen Apparate angestellte Versuche. Es ergab sich, dafs 1) die negative Schwankung des Muskelstromes stets früher eintritt, als die Zuckung selbst. Nennt man die Zeit zwischen der Reizung und dem Moment, wo die Energie des Muskels einen endlichen Werth erreicht, Zeitraum der latenten Reizung, so scheint die schnellste Aenderung in der Stärke des Muskelstromes etwa in die Mitte dieses Zeitraums zu fallen. — 2) Der elektrotonische Zustand des Nerven[1]) tritt nicht merklich später ein, als der ihn erregende elektrische Strom, und pflanzt sich im Nerven mit derselben Geschwindigkeit fort, wie die Erregung. — 3) Wenn man den Nerven hintereinander durch zwei Inductionsströme reizt, so geht die zweite Zuckung so vor sich, als sei der in jedem Zeitmoment vorhandene, durch die erste Reizung bedingte Zustand des Muskels sein natürlicher, und als sei die erste Reizung

[1]) Siehe hierüber unten p. 550.

gar nicht vorhanden, d. h. die Gröfse der Ordinaten bei der doppelten Reizung ist für jeden Abscissenwerth die Summe der durch die beiden Reizungen bedingten Ordinaten. Wenn daher die beiden Reizungen so schnell aufeinander folgen, dafs beim Beginn der zweiten Zuckung die erste noch keine merkliche Höhe erreicht hat, so wirken beide Reizungen zusammen nicht stärker, als eine allein. Das Maximum der Verkürzung aber erhält man, wenn man die zweite Zuckung gerade in dem Moment beginnt, wo die erste ihre Höhe erreicht hat. Es versteht sich übrigens von selbst, dafs man auf diese Weise die Zuckungsgröfse eines Muskels oder seine Hubhöhe nur bis zu einer gewissen Grenze treiben kann, wie schon Ed. Weber gezeigt hat[1]).

4) Die durch Reizung sensibler Nerven bewirkten Reflexzuckungen[2]) treten immer erst sehr spät ein, indem die Uebertragung des Reizes im Rückenmark eine mehr als zwölf Mal so grofse Zeit in Anspruch nimmt, als die Leitung in den betreffenden sensiblen und motorischen Nerven.

Die vierte Abhandlung von Hrn. Helmholtz enthält nach einer populären Auseinandersetzung über die Mittel, kleinste Zeittheilchen zu messen, die Resultate von Versuchen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenerregung beim Menschen. Es wurde einem Menschen ein ganz schwacher elektrischer Schlag an irgend einer Hautstelle beigebracht, und derselbe an-

[1]) Will man beim Tetanisiren eines Muskels eine möglichst grofse Hubhöhe erreichen, so mufs man, nach dem oben gesagten die einzelnen Reizungen gerade so schnell aufeinander folgen lassen, dafs jede Zuckung eben beginnt, wenn die vorhergehende ihre gröfste Höhe erreicht hat. Das Maximum der Verkürzung, dessen ein unbelasteter Muskel fähig ist, beträgt nach Ed. Weber ¾ bis ⅚ seiner Länge.

[2]) Reizt man einen Gefühlsnerven, welcher noch mittelst eines noch so kleinen Stückchens Rückenmark mit einem motorischen Nerven und dessen Muskel in unverletztem Zusammenhang ist, so wird die Erregung des sensiblen Nerven auf den Ursprung des Bewegungsnerven im Rückenmark übertragen und der betreffende Muskel zuckt. Solche Zuckungen nennt man reflectorische. Pflüger hat die Gesetze derselben hauptsächlich studirt (siehe Pflüger, die sensorischen Functionen des Rückenmarks. Berlin 1853).

gewiesen, wenn er den Schlag fühle, so schnell als möglich eine bestimmte Bewegung mit der Hand oder den Zähnen auszuführen, welche den zeitmessenden Strom öffnete. Auf diese Weise erfuhr man die Summe dreier Zeiten: 1) Die Zeit, welche der Gefühlsreiz brauchte, um sich von dem gereizten sensiblen Nervenende bis zum Gehirn fortzupflanzen; 2) die Zeit zwischen der Anlangung des Gefühlsreizes im Gehirn und dem Moment, wo der Wille die betreffenden motorischen Nerven erregt; 3) die Zeit, welche von der Erregung des motorischen Nerven im Gehirn bis zur Muskelzuckung verfliefst. Läfst man also den sensiblen Reiz abwechselnd auf eine dem Gehirn nahe und eine davon sehr entfernte Nervenstelle wirken, so mufs der Unterschied die Zeit angeben, welche die Fortleitung der Erregung in der jetzt längeren Strecke des sensiblen Nerven brauchte, vorausgesetzt, dafs alle anderen Zeiten gleich geblieben sind. Am meisten variirt der zweite Summand je nach dem Grade der Aufmerksamkeit, doch ist derselbe bei gespannter Aufmerksamkeit bei einer und derselben Person sehr constant. Herr Helmholtz fand auf diese Weise eine Geschwindigkeit von 60^{m} in der Secunde, welcher höhere Werth in Vergleich zu dem am Frosch gefundenen sich durch die höhere Temperatur erklärt. Versuche, durch directe Reizung der motorischen Nerven die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in diesen am Menschen zu messen, mifsglückten.

J. Regnauld. Recherches sur les courants musculaires. C. R. XXXVIII. 890-893†; Arch. d. sc. phys. XXVII. 47-50.

Hr. Regnauld hatte eine Methode angegeben, elektromotorische Kräfte zu messen, indem er die einer Thermokette von Wismuth und Kupfer bei 100° Temperaturdifferenz zur Einheit nimmt (Berl. Ber. 1854. p. 490). Er benutzt diese auch zur Bestimmung der elektromotorischen Kraft des Muskelgewebes. Eine einfache Ueberlegung zeigt, dafs diese auf dem vom Verfasser eingeschlagenen Wege nicht bestimmt werden kann. Die Versuche und Zahlen sind daher ohne weiteren Werth.

H. F. Baxter. An experimental inquiry undertaken whith the view of ascertaining whether any force is evolved during muscular contraction analogous to the force evolved in the Gymnotus and Torpedo. Phil. Mag. (4) X. 189-199*.

J. Czermak. Ueber secundäre Zuckung vom theilweise gereizten Muskel aus. Wien. Ber. XXIV. 510-513†.

Streicht man über einen Muskel eines Säugethiers oder Vogels (auch Froschmuskeln zeigen die Erscheinung, wenn sie dem Ende der Erregbarkeit nahe sind) mit einem stumpfen Instrumente senkrecht auf die Richtung seiner Fasern, so erhebt sich an der gestrichenen Stelle langsam ein Wulst, welcher einige Zeit besteht, um dann langsam zu verschwinden. Hr. Czermak theilt mit, dafs wenn man den Nerven eines stromprüfenden Schenkels auf den Längsschnitt eines solchen Muskels derart fallen läfst, dafs er zum Theil den Wulst berührt, eine Zuckung entstehe. Er glaubt, dafs der contrahirte Theil der Muskelfasern (der Wulst) sich im Zustand der negativen Schwankung befinde, dafs also dieser Zustand sich auf einen Theil der Muskelfaser beschränken könne, wie dies schon Fick angenommen habe. (Der Versuch, auf welchen Fick seine Annahme stützte, hat sich als eine grobe Täuschung erwiesen. Der Wulst, welchen die Muskeln bei localer Reizung zeigen, ist, wie Kühne in neuerer Zeit bewiesen hat, die Folge einer localen Ermüdung des Muskels. Da bei der Ermüdung des Muskels die Stärke des Muskelstroms abnimmt, so scheint sich der Czermak'sche Versuch hierauf zurückführen zu lassen.)

Kölliker und H. Müller. Ueber das elektromotorische Verhalten des Froschherzens. Berl. Monatsber. 1856. p. 145-148†; Zweiter Ber. d. phys. Anst. zu Würzburg.

Die Verfasser haben das elektromotorische Verhalten des Forschherzens untersucht, und gefunden, dafs die Oberfläche der Herzenskammer sich wie ein natürlicher Längsschnitt, die Herzspitze aber wie ein natürlicher Querschnitt eines Muskels verhält, während jeder Querschnitt an der Herzkammer sich wie

ein künstlicher Querschnitt verhält. Durch Auflegen des Nerven eines stromprüfenden Schenkels auf elektrisch ungleichartige Stellen des Herzens kann man bei erregbaren Präparaten Zuckung erhalten. Wenn das in den Multiplicatorkreis eingeschaltete Froschherz pulsirt, so stellt sich die Nadel bald auf Null ein und geht nun bei jeder Contraction des Herzens etwas in den negativen, bei jeder Erschlaffung in den positiven Quadranten vor, so dafs also die Nadel synchron mit den Pulsationen des Herzens hin und her pendelt. Dafs dies durch die negative Schwankung des Herzstroms bei der Contraction bedingt ist, erhellt aus der secundären Zuckung eines stromprüfenden Schenkels bei jeder Contraction des Herzens, wenn man den Nerven auf elektrisch ungleichartige Punkte des Herzens legt. Man beobachtet dabei die Zuckung des stromprüfenden Schenkels stets um ein weniges früher, als die sichtbare Contraction des Herzens, ein Beweis, dafs auch beim Herzen, wie Helmholtz bei anderen Muskeln gezeigt hat (siehe oben p. 529), die negative Schwankung des Muskelstroms etwas vor dem Beginn der Contraction eintritt. Zuweilen sieht man auch bei der Erschlaffung des Herzens eine Zuckung des stromprüfenden Schenkels, bedingt durch die positive Schwankung des zurückkehrenden Muskelstroms des Herzens.

W. Marmé und J. Moleschott. Ueber den Einflufs des Lichtes auf die Reizbarkeit der Nerven. Moleschott Unters. I. 1856. p. 15-51†.

Die Verfasser stellten sich die Aufgabe, den Einflufs des Lichtes auf die Reizbarkeit der Nerven zu prüfen. Zu diesem Behuf verglichen sie von sonst unter möglichst gleichen Bedingungen, aber zur Hälfte im Dunkelen, zur Hälfte im Hellen aufbewahrten Fröschen die Stärke des Nervenstroms, des Muskelstroms, die Häufigkeit und Stärke der Zuckung ohne Metalle, und die Häufigkeit und Stärke der secundären, tertiären und quaternären Zuckung. (Die galvanischen und chemischen Reizversuche, welche die Verfasser noch anstellten, gehören nicht hierher.) Die Stärke des Nerven- und Muskelstromes schätzten die Verfasser nach der Gröfse des ersten und zweiten Ausschla-

ges der Multiplicatornadel. In jeglicher Beziehung sollen nach den Versuchen der Verfasser die im Licht aufbewahrten Frösche vor den im Dunkelen gehaltenen das Uebergewicht haben. Referent glaubt jedoch kaum, dafs jemand, der unbefangen die mitgetheilten Tabellen betrachtet, diese Ansicht für sicher begründet anerkennen wird. In der Reihe über den Nervenstrom wird das Resultat nur durch einige offenbar fehlerhafte Versuche erreicht[1]), in der Reihe über den Muskelstrom mufs es auffallen, dafs bei einem Multiplicator von 24000 Windungen die Nadel nicht jedesmal an der Hemmung klebte (die Verfasser sagen nicht, dafs sie ihren Multiplicator absichtlich weniger empfindlich gemacht hätten), und auch die anderen Reihen lassen manche Bedenken zu. Es ist daher nicht zu viel gesagt, wenn wir die von den Verfassern angeregte Frage für noch unerledigt erklären.

M. Schiff. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Lahr 1858-1859. p. 34-38, p. 61-73†.

Hr. Schiff macht in seinem Lehrbuch einige Angaben über den Muskel- und Nervenstrom nach Versuchen, welche er in Gemeinschaft mit Valentin angestellt hat. Man habe behauptet, die elektrischen Eigenschaften des ruhenden Muskels ständen mit der Erregbarkeit desselben im innigsten Zusammenhang. Aber die elektromotorische Thätigkeit halte nach dem Verschwinden der Erregbarkeit, wenn auch geschwächt, noch lange an. Mit der Todtenstarre verschwinde zwar der Muskelstrom oder kehre seine Richtung um, er kehre aber nach Lösung der Todtenstarre wieder, wenn keine faulige Zersetzung in bemerkbarem Grade eingetreten ist (?). Auch könne der Muskelstrom in einzelnen Fällen, wenn Luftzutritt vermieden wird, bis 8 Tage nach dem Tode anhaltend bestehen. (Wenn hier, wie wohl anzunehmen, von Froschmuskeln die Rede ist, so ist zu bemerken, dafs auch die Erregbarkeit so lange und noch länger anhalten kann, wenigstens bei sehr niederer Temperatur. Referent.)

[1]) Hierauf hat schon Hr. Meissner mit Recht aufmerksam gemacht. Jahresber. von Henle u. Meissner 1856. p. 377.

Die mechanische (physiologische) und die elektromotorische Leistungsfähigkeit des Muskels seien daher als zwei von einander unabhängige Factoren anzusehen, „die aber beide bedingt sind von einer der normalen sich nähernden Textur und Mischung des Muskels, so aber, dafs die erstere der beiden (Erregbarkeit) nur mit viel geringeren Abweichungen von den normalen Bedingungen vereinbar ist, als die letztere (der Muskelstrom)."

Die negative Schwankung des Nervenstroms überdauere die Erregbarkeit des Nerven nur kurze Zeit. Die letzten Spuren können bei Mäusen bis in die zweite Stunde nach dem Tode andauern, und noch bestehen, wenn die Muskeln schon todtenstarr sind.

Bekanntlich kommt es in einzelnen Fällen vor, dafs ein Nerv seinen Strom umkehrt[1]). Da nun in solchen Fällen statt der Stromabnahme eine Stromzunahme (statt der negativen eine in Bezug auf den bestehenden verkehrten Strom positive Schwankung) bei der Reizung entsteht, so kommt Hr. Schiff auf die Vermuthung, dafs die negative Schwankung gar nicht eine Veränderung des ursprünglichen Nervenstromes sei, sondern das Entstehen eines neuen Stromes, der, dem ersteren entgegengesetzt gerichtet, sich zu ihm algebraisch summire. Diese beiden Ströme, dachte sich Hr. Schiff weiter, könnten dann auch in ganz verschiedenen Theilen des Nerven ihren Ursprung haben. Hr. Schiff durchschnitt daher bei Säugethieren, Vögeln und Fröschen die Nerven, wartete bis das peripherische Ende seine Erregbarkeit eingebüfst hatte und prüfte es dann am Multiplicator. Der Nervenstrom war jedesmal im richtigen Sinne vorhanden und anscheinend nicht schwächer, als bei gesunden Nerven. Die mikroskopische Untersuchung zeigte vollständigen Schwund des Nervenmarks, die Nerven bestanden nur aus Hülle und Axencylinder. Negative Schwankung und Elektrotonus konnte an solchen Nerven nie beobachtet werden. Hieraus schliefst Hr. Schiff, „dafs der ruhende Nervenstrom wahrscheinlich nur den noch gehörig ernährten Hüllen der Nervenfasern und sicher solchen Theilen seinen Ursprung verdankt, die der Erregbarkeit und Leistungsfähigkeit fremd sind". Diesen wichtigen Satz sucht Hr.

[1]) Siehe hierüber du Bois-Reymond Unters. II. 1. p. 550-557.

Schiff dann noch durch einen Versuch zu kräftigen. Er zermalmt Nerven durch Hammerschläge und prüft sie dann. Sie geben noch den Strom im richtigen Sinne, der jedoch meist sehr schnell verschwindet. Somit glaubt sich Hr. Schiff vollkommen berechtigt, den ruhenden Nervenstrom von den Hüllen der Primitivröhren abzuleiten. Die Ursache der negativen Schwankung und des Elektrotonus dagegen sucht er in Strömen, welche im Nerveninhalt entstehen. Mit welchem Recht Hr. Schiff in dieser seiner Ansicht einen „Vortheil" sieht, kann Referent nicht einsehen.

Matteucci. Sui fenomeni fisichi e chimichi della contrazione moscolare. Cimento III. 5-37†; Arch. d. sc. phys. XXXII. 22-28* C. R. XLII. 648-652*; Phil. Mag. (4) XI. 461-463*.

— — Sull' elettricita animale. Cimento III. 359-385*; Arch. d. sc. phys. XXXIII. 278-285*.

— — Des conditions, qui font varier chez les grenouilles la durée de la contraction musculaire après la mort. Expériences relatives à la cause de la contraction induite. C. R. XLIII. 231-234†; Arch. d. sc. phys. XXXIII. 63-66*.

— — Sur les phénomènes physiques de la contraction musculaire. C. R. XLIII. 1053-1054*.

Hr. Matteucci wiederholt seine schon früher ausgesprochene Behauptung, dafs der Muskelstrom während der Contraction seine Richtung umkehre. Der entscheidende Versuch wird folgendermafsen angestellt: Der Muskelstrom wird nach der von du Bois-Reymond angegebenen Methode abgeleitet, mit dem Unterschiede jedoch, dafs statt der Platinplatten in Kochsalzlösung, Platten von destillirtem oder amalgamirtem Zink als Elektroden angewendet werden. Die Ablenkung der Multiplicatornadel wird durch eine Hemmung verhindert. Tetanisirt man jetzt den Muskel, so soll die Nadel stets einen Ausschlag in den negativen Quadranten zeigen. Da die Polarisation der Zinkelektroden nicht möglich sei, so könne dieser Erfolg nur von einer Umkehr des Stromes herrühren. Amalgamirtes Zink in Zinkvitriollösung zeigt allerdings keine Polarisation, während selbst destillirtes Zink pola-

risirt wird[1]). Dem Referenten scheint es durch du Bois-Reymond's Versuche[2]) hinlänglich bewiesen, daſs der Muskelstrom während der Contraction nur an Stärke abnehme, nicht seine Richtung wechsele; er muſs sich daher über den Versuch des Hrn. Matteucci jedes Urtheils enthalten. Was übrigens die Ursache jener Stromumkehr betrifft, so meint Hr. Matteucci, daſs während der Contraction eine elektrische Entladung gleich der in den elektrischen Organen der elektrischen Fische stattfinde, welche also von umgekehrtem Zeichen und absolut gröſser sein müſste, als der Muskelstrom.

Beins. Verhandeling over de galvanische polarisatie met betrekking tot de leer der dierlijke Elektriciteit en over de middelen om haren invloed bij het onderzoek te voorkommen. Gronungen 1858†.

Hr. Beins beschreibt einen Depolarisator für thierisch elektrische Versuche, welcher nach dem Muster des Becquerel'schen eingerichtet ist. Durch einen Inversor wird die Richtung des Stromes fortwährend gewechselt, während zwei gleichzeitig in pendelnde Bewegung versetzte Platinplatten sich abwechselnd an die beiden zur Ableitung des Stromes von den thierischen Theilen dienenden Bauschvorrichtungen anlegen. Das ganze Instrument ist nicht eben bequem zu handhaben, abgesehen von dem Uebelstand, daſs man es mittelst einer Kurbel in Bewegung setzen muſs, und für feinere Versuche, besonders am Nerven ist es ganz unbrauchbar. Die Uebelstände, welche die Polarisation bei thierisch-elektrischen Versuchen mit sich bringt, sind nicht so bedeutend, als Hr. Beins meint. Uebrigens kann man dieselbe ja jetzt durch Anwendung von amalgamirtem Zink in Zinkvitriollösung ganz vermeiden, wobei man noch absolut gröſsere Ablenkungen bekommt, als bei Anwendung des Depolarisator.

---

[1]) Siehe du Bois-Reymond im Berl. Monatsber. 1859. p. 443-488.
[2]) Siehe du Bois-Reymond Untersuchungen über thierische Elektricität. 2. Bd. 1. Abth. p. 59-62.

b) Elektrische Fische.

MURRAY. Remarks on the natural history of electric fishes, whith de description of a new species of Malapterurus from the old Calabar river, West Africa. Edinb. J. (2) II. 35-53†.

— — Supplement observation on electric fishes. Edinb. J. (2) II. 378-379†.

WADDEL. Additional information regarding the new electric fish (Malapterurus Beninensis, MURRAY). Edinb. J. (2) IV. 164-165†.

Hr. MURRAY giebt eine naturgeschichtliche und historische Uebersicht über sämmtliche elektrische Fische und beschreibt eine neue Species derselben als Malapterurus Beninensis. Es ist dies dieselbe Species, mit welcher DU BOIS-REYMOND später seine Versuche anstellte. Andere sehen sie jedoch nur als eine Varietät von Malapterurus electricus an. In dem Zusatz giebt Hr. MURRAY nach einer Mittheilung von THOMSON an, dafs die elektrischen Eigenschaften dieses Fisches von den Eingeborenen um Creek Town zu medicinischen Zwecken ausgebeutet werden. Sie setzen nämlich ihre kranken Kinder in einen Kübel mit Wasser, und lassen sie mit den elektrischen Fischen spielen.

Hr. WADDEL erzählt, dafs er vier Zitterwelse längere Zeit in einem Wasserkübel gehalten habe, welche andre Fische, die er zu ihnen setzte, betäubten und tödteten. Niemals jedoch frafsen sie die von ihnen getödteten Fische und er vermag nicht zu sagen, wovon sie leben.

MARCUSEN. Mittheilung über das elektrische Organ des Zitterwelses. Bull. d. St.-Pétersb. XII. 203-208*.

ECKER (Bilharz). Ueber den elektrischen Nerven des Zitterwelses. Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. 140-142.

BILHARZ. Das elektrische Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857. Fol. VI. u. 52†.

KÖLLIKER. Ueber die Endigung der Nerven im elektrischen Organe der Zitterrochen. Verh. d. Würzb. Ges. VIII. 2-12; C. R. XLIII. 792-794.

Kupffer und Keferstein. Ueber den feineren Bau des elektrischen Organs beim Zitteraal mit Rücksicht auf den Bau bei anderen elektrischen Fischen, insbesondere bei Mormyrus oxyrrhinchus. Gött. Nachr. 1857. p. 253-257*; Zeitschr. f. rat. Med. (3) II. 344.

Jobert. Recherches anatomiques sur l'appareil électrique du Malapterure électrique. C. R. XLVII. 8-16*.

Schultze. Zur Kenntnifs der elektrischen Organe der Fische. Erste Abtheilung Malapterurus. Gymnotus. Abh. d. naturf. Ges. in Halle 1858. IV.

Unsere Kenntnifs vom Bau der elektrischen Organe hat in dem von uns zu besprechenden Zeitraum, namentlich durch die epochemachende Arbeit des Hrn. Bilharz, eine wesentlich neue Gestalt bekommen. Es kann nicht unsere Aufgabe sein, an diesem Orte alle Arbeiten über die anatomischen Verhältnisse des elektrischen Organs zu besprechen, wir beschränken uns vielmehr darauf, das Wesentlichste kurz mitzutheilen.

Die Arbeit des Hrn. Bilharz ist gestützt auf eine äufserst sorgfältige Untersuchung von mehr als hundert Exemplaren des Malapterurus electricus, welche er in möglichst frischem Zustande in Kairo erhielt. Der elektrische Nerv entspringt als ein zwischen dem zweiten und dritten Rückenmarksnerven eingeschobener überzähliger Nerv auf jeder Seite des Rückenmarks aus der vorderen Seitenfurche, wie eine motorische Wurzel. Der Nerv besteht aus einer einzigen colossalen Primitivfaser, welche von einer Unmenge in einander geschobener röhrenartiger Hüllen umgeben ist. Diese zerfallen in eine äufsere gefäfshaltige, und eine innere gefäfslose Schicht, welche letztere aus lauter feinen in einander geschobenen Röhren besteht. Die in diesem System enthaltene Primitivfaser theilt sich, da sie das ganze Organ ihrer Seite versorgt, schon aufserhalb, mehr aber noch im Organ selbst in eine Unzahl von Aesten, welche sich im Organ verbreiten, um auf später anzugebende Weise zu enden. Die Nervenfaser enthält eine Markschicht und einen Axencylinder. Verfolgt man den Axencylinder des elektrischen Nerven von seinem Ursprung ins Rückenmark hinein, so findet man, dafs er jederseits mit einer einzigen, colossalen

Ganglienzelle zusammenhängt, welche schon mit bloſsem Auge im Innern des Rückenmarks als kleiner runder Fleck sichtbar ist, und sich bei mikroskopischer Untersuchung mit unzähligen Ausläufern versehen zeigt, von denen jedoch nur der elektrische Nerv weiter verfolgt werden konnte. Diese Ganglienzelle ist das wahre elektrische Centralorgan des Malapterurus.

Das elektrische Organ hat die Gestalt einer aus zwei seitlichen Hälften zusammengesetzten cylindrischen Röhre, in welche der Fisch gleichsam hineingesteckt ist, so daſs Kopf und Schwanz herausragen. Diese Röhre ist durch lauter sichelförmige, senkrecht zur Axe des Thieres gestellte Membrane abgetheilt, und indem die einander zugekehrten Flächen derselben wieder Verwachsungen eingehen, zerfällt das ganze Organ in eine Unzahl linsenförmiger Hohlräume, deren Axe parallel der Axe des Thieres ist. Jede dieser linsenförmigen Kapseln enthält eine klare Flüssigkeit und eine membranartige Ausbreitung: die elektrische Platte. Diese letztere ist aber nichts anderes, als die letzte Ausbreitung je eines Zweigleins des elektrischen Nerven. Nachdem nämlich der elektrische Nerv in immer zahlreicheren Theilungen sich durch das Fächergerüst des elektrischen Organs verbreitet hat, durchbohrt jedes Zweigchen die hintere (dem Schwanzende des Fisches zugewandte) Wand eines linsenförmigen Hohlraumes, schwillt kolbenförmig an und verschmilzt dann in Form eines auf der Vorderseite der Platte ringförmig hervorragenden Walles, von welchem radiale Strahlen ausgehen, mit der Substanz der elektrischen Platte, welche auſser ihrem durch den Nerven gebildeten Stiel nur locker mit der Wand der linsenförmigen Kammer zusammenhängt, von der vorderen aber durch die oben erwähnte klare Flüssigkeit getrennt ist. Nerv und elektrische Platte bestehen von der kolbenartigen Anschwellung an aus einer zähen Grundsubstanz und darin eingelagerten Kernen. Indem sich um jeden Kern eine feinkörnige Masse ablagert, erhalten diese ganz das Ansehen kleiner Ganglienzellen.

Hr. Bilharz sieht daher die elektrische Platte als ein rein nervöses Organ an, welches, durch den hinzutretenden Nerven in Erregung versetzt, Sitz einer elektromotorischen Kraft wird, indem die eine Fläche positiv, die andere negativ wird. Indem er

die vorhandenen Angaben über den Bau des elektrischen Organs bei Torpedo und Gymnotus kritisch sichtet, weist er nach, dafs das von ihm entdeckte Verhältnifs des Nerven zur elektrischen Platte auch bei diesen stattfindet. Es stellt sich dabei heraus, dafs stets diejenige Seite der elektrischen Platte, auf welcher der Nerv an sie herantritt, negativ gegen die freiere Fläche ist. Er schliefst daraus, dafs beim Zitterwels der Strom im Körper des Thieres vom Schwanz zum Kopf gehen müsse.

Diese Vorhersage hat sich nicht erfüllt, der Strom hat nach den unten mitzutheilenden Untersuchungen die entgegengesetzte Richtung. Hr. Schultze hat jedoch die Ursache dieser Abweichung anatomisch nachgewiesen. Er fand nämlich, dafs der elektrische Nerv sich nicht in die hintere Fläche der elektrischen Platte einsenke, sondern dafs der Nerv durch einen kreisrunden Ausschnitt der Platte hindurchtrete, sich dann kraterförmig ausbreite, und dann in radialen wallartigen Erhebungen allmälig mit der vorderen Fläche der elektrischen Platte verschmelze. Die übrigen Angaben des Hrn. Schultze bestätigen und ergänzen die Angaben des Hrn. Bilharz in einigen Punkten der feineren Anatomie des elektrischen Nerven und der elektrischen Platte.

Die Angaben des Hrn. Schultze über das elektrische Organ des Gymnotus setzen des Hrn. Bilharz Vermuthung, dafs auch hier eine elektrische Platte nervöses Endorgan existire, aufser Zweifel. Jedes der vier elektrischen Organe, welche den Leib des Zitteraals auf Rücken und Bauchseite vom Kopf bis zum Schwanz bedecken, wird durch Längszwischenwände in schmale über einander gelagerte Bänder und diese wieder durch Querscheidewände in prismatische Kammern abgetheilt. Jede dieser Kammern enthält eine elektrische Platte, welche, an der hinteren Wand der Kammer befestigt, von der vorderen durch einen Zwischenraum getrennt ist. Die elektrische Platte besteht ganz wie bei Malapterurus aus einer homogenen eiweifsartigen Substanz, in welcher Kerne eingelagert sind. Die Nerven treten von der hinteren Scheidewand an die Platte. Die Art der Nervenendigung konnte an den selbsverständlich allein zu verwendenden Spirituspräparaten nicht studirt werden.

Ranzi. Sul Siluro del Nilo. Cimento I. 297†; Arch. f. Anat. u. Phys. 1859. p. 209-210*.

— — Esperienze sulla scarica elettrica del Siluro del Nilo. Cimento II. 447-449†; Arch. f. Anat. u. Phys. 1859. p. 210-212*.

Matteucci. Sulla funzione elettrica di alcuni pesci. Cimento III. 176-193†; Arch. d. sc. phys. XXXIII. 272-278*.

Eckhard. Ein Beitrag zur Physiologie des elektrischen Organs beim Zitterrochen. Beitr. z. Anat. u. Phys. 1. Bd. 2. Hft. Giefsen 1858. p. 157-177†.

E. du Bois-Reymond. Nachricht von einem nach Berlin gelangten lebenden Zitterwels. Berl. Monatsber. 1857. p. 424-429†; Moleschott Unt. IV. 91-96*.

— — Ueber lebend nach Berlin gelangte Zitterwelse aus West-Afrika. Berl. Monatsber. 1858. p. 84-111†; Moleschott Unt. V. 109-137*.

Hr. Ranzi stellte in Aegypten Versuche an drei frisch gefangenen Zitterwelsen an, und fand, dafs der Strom im Fisch vom Kopf zum Schwanz gerichtet sei. Wurden die Elektroden (silberne Löffel) an Bauch und Rücken angelegt, so waren die Ströme stets um so schwächer, je mehr die Elektroden in einer zur Axe des Thiers senkrechten Ebene sich befanden und hatten stets die Richtung von der dem Kopf näheren zur entfernteren (im Fische).

Hr. Matteucci theilt mit, dafs wenn man auf eine Partie des elektrischen Organs des Zitterrochen den Nerven eines stromprüfenden Schenkels legt, und das Organ mit einer feinen Spitze reizt, Zuckung des Muskels eintrete. Wendet man, statt des stromprüfenden Schenkels, den Multiplicator an, so wird die Nadel abgelenkt, einen Strom anzeigend, der im Organ vom Bauch zum Rücken gerichtet ist. Dasselbe tritt ein, wenn man die noch mit dem Organ zusammenhängenden Nerven reizt. Bei elektrischer Reizung der Nerven erhalte man bei der Schliefsung des absteigenden und Oeffnung des aufsteigenden Stromes Entladung des Organs.

Hr. Eckhard hat in Triest am elektrischen Organ des Zitterrochen experimentirt. Im ruhenden Zustande hat dasselbe keinerlei elektromotorische Eigenschaften. Bei elektrischer Reizung

der zum Organ gehenden Nerven fand er, dafs bei absteigendem Strom in dem Nerven die Entladung des Organs bei der Schliefsung, bei aufsteigendem Strome die bei der Oeffnung stärker war[1]). Wurden die Nerven mit Inductionsströmen gereizt, so wirkte ein absteigender stets stärker, selbst wenn es ein Schliefsungsinductionsschlag und der aufsteigende ein Oeffnungsinductionsschlag war, trotzdem doch sonst die Schliefsungsinductionsschläge eine bedeutend geringere physiologische Wirkung ausüben, als die Oeffnungsinductionsschläge[2]). Während ein constanter Strom durch die Nerven geleitet wurde, erhielt er vom elektrischen Organ keine Wirkung auf die Multiplicatornadel.

Hr. Eckhard wollte die Dauer der elektrischen Schläge des Organs mittelst des Dynamometers bestimmen; da es sich hier jedoch um Ströme handelt, welche allmälig ansteigen und absinken, so konnte es sich natürlich nur um die Bestimmung handeln, wie lange der Schlag jedenfalls wenigstens dauern mufs. Aber auch diess mifsglückte, da die Ablenkungen des Dynamometers zu klein ausfielen, um eine sichere Rechnung zu gestatten. Um jedoch die Frage zu erledigen, ob der Schlag des elektrischen Organs länger dauere, als der ihn auslösende den Nerven reizende Inductionsschlag, verglich Hr. Eckhard die physiologische Wirkung beider bei gleicher magnetischer Wirkung. Da die physiologische Wirkung des Inductionsstroms stets bedeutend stärker war, so folgt, dafs der Schlag des elektrischen Organs eine bedeutend längere Dauer haben mufs. Auch die Stärke des Schlages, d. h. seinen Integralwerth, suchte Herr Eckhard zu bestimmen, und fand, dafs die Stromeinheit, in magnetischem Maafs gemessen, 0,0002686 bis 0,0003086 Secunden andauern mufs, um dieselbe magnetische Wirkung hervorzubringen, als der Schlag des Organes in seinen Versuchen, oder in mechanischem Maafs ausgedrückt, es wurden von dem Schlag 41,83 und 47,95 Millionen Elektricitätseinheiten durch jeden Querschnitt des Leitungsbogen bewegt.

Referent kann nicht unterlassen, hier einige Bemerkungen

[1]) Leider ist Nichts über die Stärke des reizenden Stromes gesagt, was, wie wir unten sehen werden, wichtig gewesen wäre.

[2]) Siehe unten p. 549.

anzuknöpfen. Was zunächst das allgemeine Resultat betrifft, zu welchem Hr. Eckhard in Bezug auf die Dauer des Schlages gelangt, so war dies nach der Ansicht des Referenten eine schon längst bekannte Thatsache. Erhebliche Einwendungen aber lassen sich gegen die Bestimmung des Integralwerthes des Schlages machen. Man sieht nämlich bei einiger Ueberlegung, dafs diese Bestimmung vollkommen illusorisch ist. In die leitende Masse des ganzen Organes sind die elektrischen Platten als Sitze elektromotorischer Kräfte eingelagert. Während des Schlages wird das ganze Organ von einer Unzahl Stromescurven erfüllt, indem sich um jede Platte herum ein System von Strömen bildet, das im wahren Sinne des Wortes das ganze Organ erfüllt. Legt man jetzt einen leitenden Bogen an zwei Stellen der Oberfläche des Organs, so wird die Stärke des durch den Bogen sich ergiefsenden Stromes abhängen von dem Verhältnifs des Widerstands des Bogens zu dem Gesammtwiderstand, welchen das Organ selbst den sich in ihm verbreitenden Strömen bietet. Experimentirt man am lebenden Thier, so kommt noch hinzu, dafs die Ströme auch im übrigen Körper des Thieres, und wenn der Fisch im Wasser ist, auch durch die ganze Wassermasse sich verbreitet. Dadurch aber wird eine Bestimmung der Stromstärke ganz illusorisch und gilt nur für den ganz individuellen Fall des einzelnen Experimentes. Es ergiebt sich auch aus dieser Betrachtung, dafs die Stärke des Stromes, der sich durch den angelegten Bogen ergiefst, viel schneller abnimmt, als umgekehrt proportional dem Widerstand des Bogens, und es erklärt sich, weshalb es so schwer ist, selbst mit den colossalen Schlägen des Gymnotus Funken zu erhalten.

Hr. Eckhard stellte auch Versuche am sogenannten pseudoelektrischen Organ andrer Rochenarten an, besonders an Raja clavata, konnte jedoch keinerlei elektrische Wirkung von demselben erzielen.

Hr. du Bois-Reymond gelangte durch Goodsir in den Besitz lebender Exemplare von Malapterurus Beninensis Murray. Er bestimmte, ohne Hrn. Ranzi's oben angeführte Versuche zu kennen, die Richtung des Schlages, und fand eben so wie jener, dafs das Kopfende negativ, der Schlag also im Fisch vom Kopf

zum Schwanz gerichtet sei. Die Fische befanden sich bei den Versuchen in einem Porzellantrog, welcher zum Theil mit Brunnenwasser gefüllt war, so dafs der Rücken des Fisches eben blofs lag. An zwei gegenüberliegenden Punkten des Troges waren in das Wasser Zinkplatten versenkt, von denen Leitungsdrähte zum Nerven eines Nervmuskelpräparates gingen, welches durch seine Zuckung ankündigte, wann der Fisch schlug. Da aber, wie eben das Nervmuskelpräparat lehrt, der Fisch selten nur ein Mal schlägt, so würde es nicht möglich sein, genauere Versuche über den Schlag und den Einflufs verschiedener Umstände auf die Stärke desselben zu machen, wenn nicht auch hierfür das Nervmuskelpräparat ein unschätzbares Hülfsmittel böte. Es ist oben p. 524 bis 527 mitgetheilt, wie es möglich ist, dafs ein Muskel eine bestimmte Zeit, nachdem ein momentaner Reiz eine Stelle seines Nerven getroffen, einen Strom öffne, und wie diese Zeit von der Gröfse der Ueberlastung abhängt.

Es wurde daher folgende Einrichtung getroffen: Die von den Zinkplatten ausgehende Leitung spaltete sich in zwei Zweige. Der eine ging zu einem Nervmuskelpräparate, welches nur dazu diente, anzuzeigen, ob und wie oft der Fisch geschlagen habe. Der andere ging zu einem Nervmuskelpräparate, dessen Muskel den eigentlichen Experimentirkreis öffnete, sobald die Energie des Muskels einen bestimmten, durch die angewandte Ueberlastung bestimmten Werth erreicht hatte. So war es möglich, nur den ersten Schlag oder einen bestimmten proportionalen Theil desselben durch das Mefsinstrument gehen zu lassen. Als solches diente eine Tangentenboussole mit Spiegel- und Scalenablesung. Um möglichst wenig von dem Schlage in die Wassermasse übergehen zu lassen, wurden dem Fische möglichst gut anschliefsende Guttaperchadeckel aufgesetzt, welche innen zwei Stanniolbelegungen hatten, die durch isolirte Drähte mit der Boussole verbunden waren.

Der Schlag der Zitterwelse ist im Verhältnifs zu ihrer Gröfse aufserordentlich stark. Befestigt man an die Leitungsdrähte der Guttaperchadeckel kupferne Handhaben, welche man in die befeuchteten Hände nimmt, so nimmt man denselben bis in die Ellenbogen wahr. Doch ist der Schlag nicht so trocken, wie

der einer Leydenerflasche, sondern hat mehr etwas schwellendes. Kleinere Fische, mit den Welsen in ein und dasselbe Gefäfs gebracht, wurden durch die Schläge derselben betäubt oder getödtet. Die elektrische Natur der Schläge wurde bewiesen durch die Anziehung und Abstofsung; die Feuererscheinung bei Berührung zweier sich anziehender Goldblättchen, welche dabei zusammenschmolzen; Jodkaliumelektrolyse; Polarisation von Platinelektroden; Ablenkung der Magnetnadel; Magnetisirung von hartem Stahl und weichem Eisen; Induction in der nämlichen und in getrennten Spiralen, wobei sogar ein Funke übersprang; endlich durch den Trennungsfunken. Der letztere wurde unter Anderem dargestellt durch ein rotirendes Zahnrad, an dessen Umfang eine Feder schleifte. Es mifslang jedoch die Leitung des Schlages durch die Flamme, sowie das Ueberspringen eines Funkens zwischen zwei feststehenden metallischen Leitern, mochte die Lücke zwischen denselben auch noch so klein sein. Dieses erklärt sich aus dem Umstande, dafs der im Experimentirkreis erhaltene Strom immer nur ein abgeleiteter Stromzweig ist (siehe oben p. 544).

Der Schlag ist, wie schon bemerkt, im Fisch vom Kopf zum Schwanz gerichtet, und man erhält um so stärkere Wirkungen, je weiter die angelegten Elektroden in dieser Richtung auseinander stehen. Doch ist die vordere Hälfte des Organs viel stärker wirksam, als die hintere. Je nachdem der Widerstand des Experimentirkreises gröfser oder geringer ist, ist es vortheilhaft, Deckel mit kleinen, weit von einander abstehenden oder mit grofsen, fast zusammenstofsenden Belegungen anzuwenden.

Das elektrische Organ im ruhenden Zustande zeigt keinerlei elektromotorische Wirkungen. Beim Tetanisiren des elektrischen Nerven geräth ein Muskel, dessen Nerv dem elektrischen Organ anliegt, ebenfalls in Tetanus. Das Organ erzeugt also dabei keinen stetigen Strom, sondern eine dichtgedrängte Reihe von Schlägen.

Hr. du Bois-Reymond suchte auch aufzuklären, weshalb die elektrischen Fische durch ihre Schläge nicht sich selbst und ihres Gleichen tödten. Dafs der Schlag des Fisches wirklich den Körper desselben durchdringe, verstand sich zwar von selbst,

wurde aber auch experimentell bestätigt. Leitete man starke Inductionsströme durch das Wasser, worin sich der elektrische Fisch zugleich mit anderen befand, so wurden die anderen aufs heftigste tetanisirt und getödtet, während der elektrische Fisch ungestört umherschwamm, und nur bei sehr starken Strömen schien es ihm unbehaglich zu sein, wenn er in die Nähe der Elektroden kam, wo die Stromdichte am gröfsten war und gleich als kenne er sehr genau die Gesetze der Stromvertheilung in nicht prismatischen Leitern, suchte er dann die Stellung auf, in der seine Längsaxe die am wenigsten dichten Stromescurven senkrecht schnitt. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dafs die elektrischen Fische eine „Immunität" gegen elektrische Ströme haben, doch ist die Ursache derselben freilich völlig dunkel.

Ueber Geschichte der elektrischen Fische handelt:

G. Wilson. On the electric fishes as the earliest electric Machines employed by Mankind. Edinb. J. (2) VI. 267-287†.

---

c) Anhang.

M'Donnel. On the electrical nature of the power possesed by the Actiniae of our shores. Proc. of Roy. Soc. IX. 103-107†.

Hr. M'Donnel glaubt bewiesen zu haben, dafs die Actinien elektrische Kräfte besitzen. Seine entscheidenden Versuche zeichnen sich durch eine ungeheure Naivetät aus. Referent glaubt seiner Pflicht genügt zu haben, wenn er in Bezug auf Einzelheiten auf das Original selbst verweist.

B. Wirkung der Elektricität auf Organismen.

1. Nerv und Muskel.

Das Studium der Wirkungen der Elektricität auf den Nerven und Muskel spielt in der allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie, d. i. in der Lehre von den im Nerven und Muskel thätigen Kräften und den Gesetzen, welchen sie folgen, eine

grofse Rolle. Denn diese Wirkungen müssen uns den Weg bahnen zur Erforschung der inneren Molecularzustände jener Gebilde, gleichwie, um mit du Bois-Reymond zu reden, der polarisirte Lichtstrahl das feinste Werkzeug ist, das innere Gefüge der Krystalle zu erforschen. Die Wirkungen der Elektricität sind aber zweierlei Art, nämlich erstlich erregende, zweitens modificirende. Die erstere Wirkung theilt die Elektricität mit vielen anderen Agentien, und sie kommt darauf hinaus, dafs die im Nerven und Muskel vorhandenen Spannkräfte ausgelöst werden, der Art, dafs Nerv und Muskel in den Zustand der Thätigkeit sich im Muskel als Contraction, im sensiblen Nerven aber, oder vielmehr nach der Fortleitung ins Centralorgan in diesem als Empfindung kundgiebt. Dieser Zustand der Thätigkeit zeigt sich aber nicht blofs in den mit den Nerven verbundenen Endapparat (Muskel und Gehirn), sondern auch im Nerven selbst durch eine Schwächung (negative Schwankung) seines ihm im ruhenden Zustande zukommenden Stromes, wie dies von du Bois-Reymond nachgewiesen worden ist. Es hat sich aber herausgestellt (und hiervon giebt es bei den motorischen Nerven nur eine Ausnahme, welche weiter unten besprochen werden soll), dafs die Elektricität nur dann erregend wirkt, wenn die Stromdichte im Nerven oder Muskel keine constante ist, sondern sich ändert, und dafs die Stärke der Erregung um so bedeutender ist, je gröfser die Schwankung der Dichte in der Zeiteinheit ist, d. h. je gröfser die Veränderung der Dichte in einer bestimmten Zeit, oder je kürzer die Zeit ist, innerhalb welcher sich die Dichte um eine bestimmte Gröfse ändert[1]). Deshalb erregt ein constanter Strom nur bei der Schliefsung und bei der Oeffnung, nicht aber während der Dauer der Schliefsung, und deshalb sind Inductionsschläge im Verhältnifs zu ihrer magnetischen Wirkung die stärksten Erreger, weil in jedem Augenblicke ihre Gröfse än-

[1]) Die physiologische Wirkung der Elektricität kann natürlich, wie alle im Leiter selbst erfolgenden Wirkungen, nicht von der absoluten Stromstärke abhängen, sondern nur von der Stromdichte, d. h. von der Menge der Elektricität, welche in der Zeiteinheit durch die Querschnittseinheit fliefst. Wenn im Folgenden beide Ausdrücke zuweilen promiscue gebraucht werden, so bittet man dies nicht mifsverstehen zu wollen.

dert. Die Oeffnungsinductionsschläge aber wirken bei gleicher magnetischer Wirkung stärker erregend, als die Schliefsungsinductionsschläge, da in ihnen dieselbe Elektricitätsmenge sich in kürzerer Zeit abgleicht, also der Differentialquotient der Stromstärke nach der Zeit gröfser ist.

Aber nicht jede Stromesschwankung ist gleich geeignet, erregend zu wirken, sondern je nach der Richtung des Stromes im Nerven, der Stärke des Stromes und dem Zustande des Nerven selbst findet man, dafs bald nur die Schliefsung, bald nur die Oeffnung, bald beide erregend wirken. Den Complex dieser Erscheinungen fafst man zusammen unter dem Namen des „Gesetzes der Zuckungen", worüber unter b) berichtet werden wird. Inductionsschläge aber wirken stets erregend, wenn sie nicht zu schwach sind, da sie zusammengesetzt sind aus einem Theil, wo die Stromstärke ansteigt, und einem Theil, wo diese fällt, also gleichsam eine in einem sehr kurzen Zeitraum zusammengedrängte Schliefsung und gleich darauf folgende Oeffnung eines Stromes vorstellen.

Es findet sich aber, dafs wenn man einen und denselben Erreger, wir wollen annehmen einen stets auf gleiche Weise erzeugten Inductionsstrom auf verschiedene Nerven oder auf verschiedene Stellen desselben Nerven, oder auf dieselbe Stelle des Nerven zu verschiedenen Zeiten wirken läfst, der Erfolg ein verschiedener ist. Bald nämlich erhält man eine schwache, bald eine starke, bald gar keine Zuckung des zugehörigen Muskels. Wir sind daher genöthigt, verschiedene Grade der Erregbarkeit anzunehmen, wenn wir unter E r r e g b a r k e i t e i n e r N e r v e n s t r e c k e die Stärke der Muskelzuckung verstehen, welche durch einen auf die Nervenstrecke wirkenden Erreger von nicht wechselnder Beschaffenheit ausgelöst wird. Diese Definition mufs festgehalten werden, um Irrungen zu vermeiden, da wir ja noch nicht wissen, ob die Verschiedenheit der Muskelzuckung wirklich von einer Verschiedenheit in der direct erregten Nervenstrecke, oder von einer Verschiedenheit in der Fortleitung und Uebertragung auf den Muskel herrühre. Wie dem auch sei, so viel steht fest, dafs wenn wir eine und dieselbe Nervenstrecke nach einander mit

einem und demselben Inductionsschlag erregen, und finden unter verschiedenen Umständen verschieden starke Zuckungen, so können wir aussagen, die Erregbarkeit der Nervenstrecke sei durch jene Umstände verändert worden, und können die Gröfse dieser Aenderung nach der Stärke der Zuckung schätzen. Dieses Mittel ist aber nur innerhalb enger Grenzen anwendbar. Denn ist die Erregbarkeit der Nervenstrecke so gesunken, dafs der angewandte Inductionsschlag gar keine Zuckung bewirkt, so wird man ein noch weiteres Sinken der Erregbarkeit natürlich nicht erkennen können. Und ebenso, wenn die Erregbarkeit so grofs ist, dafs der angewandte Strom das Maximum der Zuckung giebt, so kann eine weitere Steigerung der Erregbarkeit nicht erkannt werden. Für solche Fälle also, wo die Erregbarkeit innerhalb weiterer Grenzen schwankt, mufs man sich einer anderen Bestimmungsmethode bedienen, und man benutzt hierzu gerade das entgegengesetzte Verfahren. Man bestimmt nämlich, wie stark ein Inductionsschlag sein mufs, um eine Zuckung von bestimmter Stärke hervorzurufen, und sagt, die Erregbarkeit sei gröfser oder kleiner geworden, wenn man dazu eines schwächeren oder eines stärkeren Inductionsstromes bedarf, als vorher.

Wir haben oben gesagt, die Wirkungen der Elektricität auf Nerven und Muskel seien theils erregende, theils modificirende. Die eben gegebenen Erläuterungen über den Begriff der Erregbarkeit und die Mittel, sie zu bestimmen, werden uns nun dazu dienen, diese zweite Art der Wirkung, die modificirende, zu verstehen. Leitet man nämlich durch eine Strecke eines Nerven einen constanten galvanischen Strom, so wird der Zustand des Nerven seiner ganzen Länge nach verändert. Diesen veränderten Zustand studirte zuerst du Bois-Reymond genauer am Multiplicator und nannte ihn Elektrotonus oder elektrischen Zustand. Er äufsert sich dadurch, dafs der dem Nerven an sich zukommende Strom einen Zuwachs erfährt im Sinne des durch den Nerven geleiteten constanten Stroms[1]). Die Gröfse dieses Zuwachses ist am stärksten in unmittelbarer Nähe der Elektroden des constanten Stroms und nimmt mit der Entfernung von diesen

[1]) S. du Bois-Reymond Unters. üb. thier. Elektr. 2. Bd. 1. Abth. p. 289-389.

stetig ab. Neben dieser Aenderung seines elektromotorischen Verhaltens zeigt der Nerv aber auch auf seiner ganzen Länge eine Aenderung seiner Erregbarkeit. Hierüber ist in neuerer Zeit eine classische Untersuchung von Pflüger erschienen, über welche unten berichtet wird. Oeffnet man den constanten Strom, so kehrt der Nerv nicht augenblicklich in seinen natürlichen Zustand zurück, sondern es bleiben Nachwirkungen kürzere oder längere Zeit bestehen, welche man unter dem Namen „Modification der Erregbarkeit durch constante Ketten" zusammenfafst.

---

a) Elektrotonus und Modification der Erregbarkeit.

Heidenhain. Einige neue elektrophysiologische Versuche. Berl. Monatsber. 1856. p. 128-130†; Med. Centr.-Zeit. 1856. p. 545-547, p. 585-586.

— — Ueber Wiederherstellung der erloschenen Erregbarkeit der Muskeln durch constante galvanische Ströme. Physiologische Studien. Berlin 1856. 8. 3. Art. p. 55-126†.

J. Rosenthal. Ueber Modification der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten und die Voltaischen Abwechselungen. Z. S. f. rat. Med. 1858. (3) IV. 117-141†; Berl. Monatsber. 1857. p. 639-641; Moleschott Unters. IV. 247-249*.

Wundt. Ueber das Gesetz der Zuckungen und die Modification der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten. Arch. f. Heilk. (2) II. 354-400†.

Hr. Heidenhain hat beobachtet, dafs Muskeln, welche auf irgend eine ihre materielle Structur nicht zu grob verletzende Weise ihrer Erregbarkeit bis zu einem gewissen Grade beraubt sind, diese wieder erlangen können, wenn man einen constanten Strom eine Zeit lang durch die Muskeln leitet. Der Muskel zuckt dann wieder: 1) beim Oeffnen des durch ihn geleiteten Stromes; 2) bei Schliefsung eines entgegengesetzt gerichteten; 3) bei Durchleiten eines Inductionsschlages. Diese Steigerung der Erregbarkeit wächst bis zu einem gewissen Grade mit der Zeit, welche der Strom geschlossen bleibt; sie überdauert die Oeffnung eine bestimmte Zeit, welche ebenfalls mit der Dauer der ursprünglichen Schliefsung wächst, und verschwindet ganz allmälig. Ist

der Strom eine Zeit lang geschlossen gewesen, und hat die durch ihn bewirkte Erhöhung der Erregbarkeit schon wieder abgenommen, so reicht eine sehr kurze erneute Schliefsung hin, die Erregbarkeit wieder merklich zu erhöhen. Der aufsteigende Strom zeigt sich in allen diesen Beziehungen wirksamer, als der absteigende [1]). Diese Beobachtungen finden ihre Erklärung in den sogleich mitzutheilenden des Hrn. Wundt und des Referenten.

Hr. Wundt und der Referent studirten unabhängig von einander die Modification der Erregbarkeit durch constante Ströme und kamen zu demselben Ergebnifs, welches sich folgendermafsen kurz aussprechen läfst: Leitet man einen constanten Strom durch einen Nerven kürzere oder längere Zeit, so wird die Erregbarkeit des Nerven erhöht für die Oeffnung des hindurchgeleiteten und die Schliefsung des entgegengesetzt gerichteten Stromes, herabgesetzt dagegen für die Schliefsung des ersteren und die Oeffnung des letzteren. Je nach dem Grade der Erregbarkeit, die gerade im Nerven besteht, können die Erscheinungen sich verschieden gestalten, wonach Referent drei Stadien unterscheidet:

1) Tetanus bei Oeffnung des modificirenden und Schliefsung des entgegengesetzt gerichteten Stroms, Ruhe bei Schliefsung des ersteren und Oeffnung des letzteren.
2) Nicht ausgesprochener Tetanus, aber tonische Contraction bei Oeffnung des modificirenden Stroms und Schliefsung des entgegengesetzten, Erschlaffung bei Schliefsung des ersteren und Oeffnung des letzteren.
3) Zuckung bei Oeffnung des modificirenden Stroms und Schliefsung des entgegengesetzt gerichteten, Ruhe bei Schliefsung des ersteren und Oeffnung des letzteren.

Diese Erscheinungen treten ein, der modificirende Strom mag ab- oder aufsteigend sein, doch ist der letztere wirksamer. Die Zeit, welche der Strom geschlossen sein mufs, um die Erschei-

[1]) Absteigend nennt man einen Strom im Nerven, wenn er von seinem centralen nach dem peripherischen Theil (von seinem Ursprung nach seiner Ausbreitung) gerichtet ist; die entgegengesetzte Richtung nennt man die aufsteigende. Diese Ausdrücke sind auch auf die Muskeln übertragen worden, obgleich sie hier nicht principiell durchführbar sind.

nungen hervorzurufen, wechselt mit der Erregbarkeit des Nerven. Referent sah sie schon nach zwei Minuten, aber auch nach eine Stunde und länger dauernder Schliefsung des Stromes.

Referent hat diese Erscheinungen auch an Muskeln, am unversehrten lebenden Frosch und an seinem eigenen Körper studirt und gefunden, dafs dasselbe Gesetz gleicher Weise für Gefühls- wie für Bewegungsnerven und für Muskeln gilt. Uebrigens ist dieses Gesetz nur für Ströme bis zu einer gewissen Stärke gültig. Für stärkere Ströme gilt ein anderes, welches später wird besprochen werden.

Ueber den ersten Theil von Hrn. Wundt's Arbeit wird weiter unten berichtet.

Eckhard. Ueber den Einflufs des constanten galvanischen Stromes auf die Erregbarkeit des motorischen Nerven. Beitr. z. Anat. u. Physiol. I. 25-54†.

Pflüger. Ueber die durch constante Ströme erzeugte Veränderung der Erregbarkeit der motorischen Nerven. Med. Centr.-Zeit. 1856.

Eckhard. Hr. Pflüger und seine Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus. Z. S. f. rat. Med. 1857. (2) VIII. 343-359*.

Pflüger. Erklärung. Z. S. f. rat. Med. 1858. (3) II. 239*.

— — Ueber die Veränderung der Erregbarkeit eines Nerven durch einen constanten elektrischen Strom. Berl. Monatsber. 1858. p. 198-205*.

— — Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus. Berlin 1859. XV. u. 500†. (Ein Auszug von Hrn. Claparède findet sich Arch. d. sc. phys. XLV. 5-42*).

Hr. Eckhard untersuchte die Veränderung der Erregbarkeit eines Nerven unter dem Einflufs eines constanten Stromes. Er giebt an, dafs innerhalb der direct vom Strom durchflossenen Strecke die Erregbarkeit stets herabgesetzt sei. Dasselbe sei auch oberhalb des constanten Stromes der Fall, zwischen constantem Strom und Muskel dagegen sei der Erfolg verschieden je nach der Richtung des Stromes: bei aufsteigendem Strom nämlich sei die Erregbarkeit herabgesetzt, bei absteigendem Strom

erhöht. Wir werden sogleich bei der Besprechung der Pflüger'schen Untersuchungen sehen, dafs diese Angaben nur sehr bedingt richtig sind. Hrn. Eckhard's Methoden waren zu ungenau, als dafs sie zu exacten Resultaten hätten führen können, eine eingehendere Besprechung derselben erscheint daher überflüssig. Es verdient nur noch bemerkt zu werden, dafs diese Thatsachen schon zum grofsen Theil von Valentin in dessen Lehrbuche mitgetheilt worden waren.

Das Buch von Hrn. Pflüger behandelt in ausführlicher Darstellung die Aenderungen der Erregbarkeit eines Nerven, während ein constanter Strom denselben durchfliefst, und nach dem Oeffnen desselben. Um die Polarisation zu vermeiden, wurde der constante Strom dem Nerven auf folgende Weise zugeleitet. Doppelt rechtwinklig gebogene Glasröhren waren an dem einen Ende capillar ausgezogen, am anderen Ende bis auf 1^{cm} Durchmesser erweitert. In diese weiteren Enden wurde flüssiges Hühnereiweifs gegossen, bis dasselbe im Niveau der capillar abgeschnittenen Enden stand. Diese Eiweifsröhren werden senkrecht neben einander gestellt und der Nerv über die capillaren Enden gebrückt. Die weiteren Enden der Röhren stehen durch heberförmige, mit reiner concentrirter Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd gefüllte und durch thierische Blase geschlossene Röhren in Verbindung mit kleinen Gefäfsen, welche ebenfalls mit Kupfervitriollösung gefüllt sind und in welche blanke Kupferdrähte als Elektroden tauchen. Der Strom geht also von Kupfer durch schwefelsaures Kupferoxyd zum Eiweifs, von diesem durch den Nerven abermals in Eiweifs und von diesem wiederum durch schwefelsaures Kupferoxyd zu Kupfer. Die Polarisation ist hierdurch zwar nicht vermieden, aber doch sehr gering gemacht. In einigen Versuchen wurde auch statt des Kupfervitriols starke rauchende Salpetersäure und statt des Kupfers Platin als Elektroden angewandt. (Eine ähnliche Anordnung hat auch der Referent bei seinen oben erwähnten Versuchen angewandt, jedoch statt des Kupfers in Kupfervitriol amalgamirtes Zink in Zinkvitriol benutzt.) Um die Stärke des durch den Nerven zu leitenden Stromes nach Belieben variiren zu können, bediente sich Hr. Pflüger eines Rheochordes von Neusilberdraht, welches als

Nebenschliefsung von variablem Widerstand in den Kreis eingeschaltet war. Die Erregbarkeit wurde gemessen durch die Hubhöhe des Muskels bei constanter Reizung (s. oben). Der Muskel zeichnete seine Hubhöhe ähnlich wie bei Helmholtz auf eine berufste Glasplatte. Um eine constante Reizung zu erlangen, bediente sich Hr. Pflüger vorzugsweise der Schliefsungsinductionsschläge. Der primäre Strom wurde durch Eintauchen einer Platinspitze in Quecksilber geschlossen. Damit dies stets mit der nämlichen Geschwindigkeit geschehe, war die Platinspitze an einem schweren eisernen Hammer befestigt, welcher als Anker von einem Elektromagneten getragen wurde. Oeffnet man den Strom des Elektromagneten oder besser noch kehrt man ihn plötzlich um, so fällt der Hammer und der Strom wird geschlossen. Dieser Strom fliefst durch die primäre Spirale des du Bois'schen Schlittenmagnetelektromotor, in deren secundärer Spirale er einen Strom inducirt, dessen Stärke man durch Nähern oder Entfernen der Spirale beliebig variiren kann. Ist die Quecksilberoberfläche rein, so erhält man auf diese Weise sehr genau gleiche Inductionsschläge. Will man sich der Oeffnungsinductionsschläge bedienen, so läfst man den primären Strom durch den herabfallenden Hammer öffnen, indem dieser auf einen kleinen Hebel schlägt, und dadurch einen Contact aufhebt. Die Oeffnungsinductionsschläge sind aber in ihren Wirkungen niemals ganz gleichartig, da die Art, wie der Strom zwischen der Platinspitze und der Platinplatte des Contacts geöffnet wird, in zwei Versuchen niemals die gleiche ist. Dennoch läfst sich mit dem Oeffnungsinductionsschlag arbeiten, wenn es nicht auf kleine Differenzen in der Stärke der Reizung ankommt. Merkwürdiger Weise ist die Ungleichheit in der Wirkung der Inductionsschläge jedoch um so geringer, je kleiner der Widerstand im primären Kreise ist, und wenn die primäre Spirale mit einem Eisendrahtbündel gefüllt ist. Um nun diesen Unannnehmlichkeiten zu entgehen, wandte Hr. Pflüger, wie gesagt, meist den Schliefsungsinductionsschlag zur Reizung an. Um jedoch den Oeffnungsinductionsschlag vom Nerven abzublenden (da sonst, wenn man zwischen zwei aufeinander folgenden Versuchen den Strom öffnet,

der Nerv unnöthig gereizt würde), brachte er an dem Magnetelektromotor noch eine kleine sinnreiche Vorrichtung an. Auf die Feder des Magnetelektromotor wurde ein kleiner leichter Glasfaden befestigt, der am anderen Ende einen leichten Bügel von Kupferdraht trug. Unterhalb desselben standen zwei kleine Quecksilbernäpfchen, von denen jedes einen Leitungsdraht von der Inductionsspirale und einen von den dem Nerven angelegten Elektroden enthielt. Wurde der primäre Strom geschlossen, so ging der Schliefsungsinductionsschlag durch den Nerven. Unmittelbar darauf aber wurde durch die Anziehung des Ankers der kleine Kupferbügel in die Quecksilbernäpfchen getaucht, und bildete eine Nebenschliefsung zum Nerven von verschwindend kleinem Widerstand, durch welchen sich der Oeffnungsinductionsschlag abgleichen konnte, ohne den Nerven zu reizen. Ist das Quecksilberniveau in den Näpfchen richtig eingestellt, so kann man sehr regelmäfsige Zuckungen bei der Schliefsung bekommen, ohne dafs der Muskel selbst bei übereinander geschobenen Rollen bei der Oeffnung im Mindesten zuckt.

Der Gang der Untersuchung nun ist folgender: Man bringt die secundäre Spirale in eine solche Entfernung von der primären, dafs der Muskel bei der Schliefsung nur eben eine kleine Zuckung macht. Schliefst man jetzt den constanten Strom, reizt wieder durch den nämlichen Schliefsungsinductionsschlag und erhält eine stärkere Zuckung, so ist die Erregbarkeit des Nerven an der betreffenden Stelle erhöht worden. Umgekehrt hat man der secundären Spirale eine solche Stellung gegeben, dafs zuerst eine starke Zuckung erfolgte, und erhält man nach Schliefsung des constanten Stromes eines schwächere, so handelt es sich um eine Verringerung der Erregbarkeit. Indem man abwechselnd bei offenem und geschlossenem Kreise des constanten Stromes durch den nämlichen Inductionsschlag reizt, erhält man zwei Reihen von Hubhöhen, deren Unterschiede, wenn sie in constantem Sinne erfolgen, beweisen, dafs die Aenderungen der Erregbarkeit wirklich nur von dem Einflufs des constanten Stromes herrühren, und zugleich ein ohngefähres Maafs von der Gröfse dieser Aenderungen abgeben. Um die Stärke des constanten Stromes beliebig verändern zu können, wurde dieser nicht direct durch

den Nerven geleitet, sondern als Nebenschliefsung zum Nerven ein Neumann'sches Rheochord eingeschaltet, dessen Widerstand variabel war, um so einen Stromzweig von gröfserer oder geringerer Stärke durch den Nerven schicken zu können.

Nach dieser allgemeinen Darstellung der angewandten Methoden schreiten wir jetzt zur Mittheilung der von Hrn. Pflüger gewonnenen Resultate, die wir hier nur kurz anzuführen im Stande sind, und müssen diejenigen, welche sich genauer mit dem Gegenstande bekannt zu machen wünschen, auf das Buch selbst verweisen. Diese Resultate lassen sich kurz zusammenfassen in dem Satz:

> Leitet man einen constanten Strom durch einen Theil eines motorischen Nerven, so wird dessen Erregbarkeit auf seiner ganzen Länge verändert und zwar zur Seite der negativen Elektrode erhöht, zur Seite der positiven herabgesetzt. Diese Aenderung ist am stärksten in unmittelbarer Nähe der Elektroden selbst, und nimmt mit der Entfernung von denselben erst schneller, dann langsamer ab, um sich allmälig der Null zu nähern.

Um die einzelnen Erscheinungen, deren allgemeine Regel im eben angegebenen Satze enthalten ist, etwas genauer zu betrachten, müssen wir zunächst die von Hrn. Pflüger gebrauchte Nomenclatur mittheilen. Der constante Strom heifst der polarisirende, weil er den Nerven in den Zustand der „säulenartigen Polarisation" du Bois-Reymond's versetzt; die unmittelbar vom Strom durchflossene Strecke heifst die intrapolare, die zu beiden Seiten gelegenen die extrapolaren. Der Zustand erhöhter Erregbarkeit im Bereich der Kathode wird Katelektrotonus, der Zustand herabgesetzter Erregbarkeit im Bereich der Anode wird Anelektrotonus genannt. Der Punkt innerhalb der Elektroden, wo beide Zustände aneinander grenzen, heifst der Indifferenzpunkt. Der jedesmalige Zustand zwischen constantem Strom und centralem Nervenende wird als aufsteigender, der zwischen constantem Strom und Muskel als absteigender bezeichnet. Die nach dem Oeffnen des polarisirenden Stromes zurückbleibende Veränderung der Erregbarkeit heifst

Modification, und zwar eine positive, wenn die Erregbarkeit erhöht, eine negative, wenn sie herabgesetzt ist.

1) Der absteigende Katelektrotonus, d. h. die Erhöhung der Erregbarkeit zwischen einem den Nerven absteigend durchfliefsenden Strom und dem Muskel nimmt mit der Entfernung von der Kathode ab, er ist schon bei sehr schwachen Strömen nachweisbar, wächst stetig und breitet sich über gröfsere Strecken aus, wenn die Stärke des polarisirenden Stromes wächst, wächst ferner sehr schnell mit der Länge der intrapolaren Strecke. Er erscheint sehr schnell nach der Schliefsung, wächst dann noch etwas an und nimmt bei fortdauernder Schliefsung wieder ein wenig ab. Bei der Oeffnung des Stromes erscheint negative Modification, die jedoch bald in positive übergeht, welche letztere allmälig abklingt.

2) Der aufsteigende Anelektrotonus, die Herabsetzung der Erregbarkeit zwischen einem absteigenden Strom und dem centralen Nervenende, sowie

3) Der absteigende Anelektrotonus, d. h. die Herabsetzung der Erregbarkeit zwischen einem aufsteigenden Strome und dem Muskel verhalten sich ganz wie 1), nur dafs nach der Oeffnung des Stromes sogleich positive Modification erscheint, welche allmälig abklingt.

4) Der aufsteigende Katelektrotonus, d. h. die Erhöhung der Erregbarkeit zwischen aufsteigendem Strom und centralem Nervenende nimmt mit der Entfernung von der Kathode ab. Er ist schon bei sehr schwachen Strömen bemerkbar, wächst anfänglich mit der Stärke des polarisirenden Stromes, erreicht ein Maximum, nimmt dann wieder ab, wird Null und endlich negativ, um sich einem unbekannten Werthe asymptotisch anzuschliefsen. Für schwächere Ströme wächst er mit der Länge der intrapolaren Strecke, für stärkere Ströme ist es umgekehrt, ja die Erhöhung der Erregbarkeit kann sogar durch Verlängerung der polarisirten Strecke in eine Herabsetzung der Erregbarkeit übergehen. Die Ursache dieser Abweichungen von der allgemeinen Regel werden wir später kennen lernen.

5) In der intrapolaren Strecke ist die Erregbarkeit ebenso wie in den extrapolaren Strecken zur Seite der Kathode erhöht,

zur Seite der Anode herabgesetzt. Beide Zustände sind am stärksten in unmittelbarer Nähe der Elektroden und nehmen mit der Entfernung von denselben ab, um im Indifferenzpunkt aneinander zu grenzen. In diesem selbst ist die Erregbarkeit gar nicht verändert. Die Lage des Indifferenzpunktes ist eine Function der Stromstärke, indem er um so näher der Kathode liegt, je stärker der Strom ist. Reizt man die ganze intrapolare Strecke auf ein Mal durch einen Inductionsschlag, so ist die beobachtete Veränderung der Erregbarkeit die algebraische Summe der Veränderungen an den einzelnen Stellen. Je nachdem also der Indifferenzpunkt näher der Anode liegt, wie dies bei schwachen Strömen der Fall ist, oder näher der Kathode, wie bei starken, oder gerade in der Mitte, was bei einer mittleren Stromstärke vorkommt, findet man die Erregbarkeit der gesammten intrapolaren Strecke erhöht, oder vermindert oder unverändert.

Die Untersuchung der totalen Erregbarkeitsänderung der ganzen intrapolaren Strecke geschah auf folgende Weise: Die Batterie, welche den constanten Strom lieferte, war mit dem Rheochord verbunden, und der Strom konnte durch einen Schlüssel geschlossen und geöffnet werden. Ein Zweig dieses Stromes ging durch den Nerven und zugleich durch die secundäre Spirale des Magnetelektromotor. Je nachdem also der Schlüssel geschlossen oder geöffnet war, ging der in der secundären Spirale inducirte Strom durch den polarisirten oder nicht polarisirten Nerven. Die Erregbarkeitsveränderungen an den einzelnen Punkten der intrapolaren Strecke konnten nur durch chemische Reizung nachgewiesen werden, denn die elektrische Reizung ist hier wegen der sich durch die Inductionsspirale abgleichenden Stromzweige nicht anwendbar.

Trägt man auf den Nerven als Abscissenaxe senkrechte Ordinaten auf, deren Höhe die Gröſse der Erregbarkeitsveränderung in dem betreffenden Punkte darstellen, und welche positive Richtung haben, wenn die Erregbarkeit erhöht, negative, wenn sie herabgesetzt ist, so erhält man eine Curve von folgender Gestalt. Dieselbe beginnt in einer gewissen Entfernung von der Kathode sich über die Abscissenaxe zu erheben, steigt dann, erst ihre Convexität, sodann ihre Concavität der Abscissenaxe zuwendend

an, bis sie gerade über der Kathode ihr Maximum erreicht, senkt sich dann wieder gegen die Abscissenaxe, schneidet dieselbe im Indifferenzpunkt, und verläuft nun unterhalb der Abscissenaxe, bis sie gerade unter der Anode ihr absolutes Minimum erreicht, um sich jetzt wieder der Abscissenaxe zu nähern, zuerst ihre Concavität, dann ihre Convexität derselben zukehrend, um sich ihr endlich asymptotisch anzuschliefsen. Auf welcher Seite des Nerven man sich dabei den Muskel denkt, ist ganz gleichgültig.

Eine genauere Betrachtung der Erscheinungen des Elektrotonus, wie sie in den oben angeführten Sätzen mitgetheilt sind, führt zu Resultaten, welche für die Auffassung der inneren Mechanik des Nerven höchst wichtig sind. Denken wir uns den Nerven von einem absteigenden Strome in seiner Mitte durchflossen, so ist die Erregbarkeit an allen Stellen unterhalb des polarisirenden Stromes erhöht, an allen Stellen oberhalb desselben herabgesetzt. Andererseits, ist der Strom absteigend, so ist die Erregbarkeit oberhalb desselben herabgesetzt, unterhalb desselben erhöht. Wenn wir den Nerven oberhalb des polarisirenden Stromes erregen, so mufs die Erregung doch die Stellen unterhalb desselben durchsetzen, um zum Muskel zu gelangen, und diese Stellen befinden sich im entgegengesetzten Zustande, wie die direct erregte Stelle oberhalb des polarisirenden Stromes. Wie also ist es möglich, dafs wir die Veränderungen der Erregbarkeit oberhalb des polarisirenden Stromes überhaupt nachweisen können? Dieses scheint nur dadurch möglich, dafs der endliche Effect, welchen die Erregung einer Nervenstrecke am Muskel bewirkt, gänzlich unabhängig ist von dem Zustande, in welchem sich die die Erregung fortleitenden Nervenstellen befinden und allein abhängt von dem Zustande der unmittelbar erregten Stelle. Eine Nervenstelle kann also an sich eine sehr bedeutend gesteigerte Erregbarkeit haben, ohne dafs sie deswegen die Erregung, welche sie von dem nächst oberen Querschnitt erhält, um sie auf den nächst unteren zu übertragen, deswegen verstärkt. Ebenso kann eine Nervenstelle an sich in ihrer Erregbarkeit bedeutend herabgesetzt sein und ist dennoch im Stande, die ihr von den oberen Partieen mitgetheilte Erregung ungeschwächt zu den unteren fortzuleiten. Dieses letztere hat aber

seine Grenzen, und wenn eine Nervenstelle in beträchtlichem Grade anelektrotonisch ist, so kann die Leitung der Erregung durch sie hindurch sehr erschwert, ja selbst ganz unmöglich sein. Hieraus erklären sich denn auch die Unregelmäßsigkeiten, welche wir oben unter 4) beim aufsteigenden Katelektrotonus kennen lernten. Die Stellen oberhalb des aufsteigenden Stromes haben hier stets erhöhte Erregbarkeit, aber da sich die Erregung, um von ihnen zum Muskel zu gelangen, durch Stellen mit herabgesetzter Erregbarkeit hindurch fortpflanzen muſs, so kann sie, wenn der polarisirende Strom stark ist, so geschwächt werden, daſs die Erregbarkeit an den oberen Stellen sogar vermindert erscheinen kann.

Die theoretischen Speculationen Pflüger's über die innere Mechanik des Nerven wiederzugeben, ist hier nicht der Ort. Einige Thatsachen über das Gesetz der Zuckungen und über die erregende Wirkung constanter Ströme wird der folgende Abschnitt besprechen.

---

b) Elektrische Erregung. Gesetz der Zuckungen.

Wir haben oben (p. 548) gesehen, daſs im Allgemeinen der elektrische Strom nur dann im Nerven als Erreger wirkt, wenn seine Dichte sich ändert, daſs aber nicht jede Schwankung der Stromdichte gleich geeignet ist, erregend zu wirken, denn je nach der Stärke und Richtung des Stromes und der Beschaffenheit des Nerven zeigt sich bald die Schlieſsung, bald die Oeffnung des Stromes wirksamer. Den Complex dieser Erscheinungen nennt man nach dem Vorgange du Bois-Reymond's „Gesetz der Zuckungen". Ein genaues Studium dieses Gesetzes müſste alle einzelnen Factoren gesondert betrachten bei möglichster Constanz der übrigen, was bis jetzt durchaus noch nicht vollständig geschehen ist. Obgleich schon J. W. Ritter sehr exacte Beobachtungen über diesen Gegenstand, wenn auch mit unvollkommnen Mitteln und nicht ganz erschöpfend, gemacht hatte, so wurden doch seine Angaben in Folge des Widerspruches späterer Experimentatoren allgemein für falsch gehalten, bis die neueste Zeit eine fast vollständige Ehrenrettung dieses ausgezeichneten Beobachters ge-

bracht hat. Auch in den hier zu besprechenden Arbeiten wird man noch manchen Widerspruch und Unrichtigkeiten finden, bedingt durch die Nichtbeachtung einzelner auf den Erfolg einwirkender Umstände. Um nicht vorzugreifen, wird der Referent sich begnügen müssen, nur einen Theil der hierher gehörigen Thatsachen zu besprechen, das Uebrige aber für den nächsten Jahrgang vorzubehalten.

Worum es bei diesem Gegenstande sich eigentlich handelt, das ist also, ob bei der Schliefsung eines den Nerven durchfliefsenden Stromes oder bei seiner Oeffnung oder in beiden Fällen eine Zuckung des zugehörigen Muskels eintritt oder nicht und wie dieser Erfolg abhängig ist von der Richtung des Stromes im Nerven, von seiner Stärke und von dem Zustande des Nerven selbst. Schliefsung und Oeffnung des Stromes sind dabei übrigens nur specielle Fälle für das Allgemeinere einer Zunahme oder Abnahme der Stromstärke. Aufserdem würde noch Rücksicht zu nehmen sein auf die Art, wie die Aenderung der Stromstärke vor sich geht, oder mit anderen Worten auf die Gestalt der Curve der Stromstärke bezogen auf die Zeit. In dieser letzteren Richtung ist der Gegenstand noch gar nicht angegriffen worden.

Heidenhain. Beitrag zur Kenntnifs des Zuckungsgesetzes. Arch. f. physiol. Heilk. (2) II. 442-481†.

Wundt. Ueber das Gesetz der Zuckungen und die Modification der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten. Arch. f. physiol. Heilk. (2) II. 354-400.

Pflüger. Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus. Berlin 1859. p. 453-461†.

Schiff. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Lahr 1858-1859. p. 77-86†.

Baierlacher. Physiologische Studien im Gebiete der elektrischen Muskelerregung vom Nerven aus. Z. S. f. rat. Med. (3) V. 233-267*.

Rousseau, Lesure et Martin-Magron. Action des courants électriques étudiée comparativement sur les nerfs mixtes

et sur les racines antérieures rachidiennes. Gaz. méd. de Paris 1858. p. 230-233, p. 244-247, p. 322-325†.

Hr. Heidenhain wollte untersuchen, wie sich das Gesetz der Zuckungen gestalte, wenn man den Strom statt durch den Nerven, direct durch den Muskel leite. Da jedoch die Angaben über das Gesetz beim Nerven noch so schwankend waren, unterzog er dieses selbst der Prüfung. Mit Recht untersuchte er die Widersprüche der früheren Forscher in der Nichtberücksichtigung der Stromstärke, und begann daher zu untersuchen, wie sich die Erscheinungen gestalten, wenn man den Strom allmälig von einem Minimum bis zu einer beträchtlichen Stärke anwachsen liefse. Dieser glückliche Gedanke wäre fruchtbarer geworden, wenn sich Hr. Heidenhain nicht einer sehr mangelhaften Untersuchungsmethode bedient hätte.

Er schaltete nämlich in den Kreis des Nerven einen langen feuchten Faden ein, welchen er allmälig verkürzte; war er auf diese Weise zu dem Maximum der Stromstärke gekommen, so brachte er den Faden auf seine frühere Länge, vermehrte die Zahl der Elemente und verkürzte wieder und so fort. Dafs bei diesem Verfahren von einer auch nur ohngefähren Schätzung und Vergleichung der Stromstärken keine Rede sein kann, versteht sich von selbst, aber was noch schlimmer ist, es kann ja auf diese Weise der Strom nicht einen Augenblick constant erhalten werden, und wie sehr es gerade darauf ankommt, hat Referent zu seinem Schaden bei der Beschäftigung mit diesem Gegenstand zu erfahren Gelegenheit gehabt.

Hr. Heidenhain giebt nun an, dafs bei den schwächsten Strömen der aufsteigende Strom nur Schliefsungs-, der absteigende nur Oeffnungszuckung gebe, obgleich auch bei diesem zuweilen die Schliefsungszuckung allein eintrete. Verstärkt man allmälig den Strom, so treten bei beiden Stromesrichtungen Schliefsungs- und Oeffnungszuckung auf, und geht man noch höher mit der Stromstärke hinauf, so erhält man beim aufsteigenden Strom nur Oeffnungs-, beim absteigenden nur Schliefsungszuckung. Ohne einen genügenden Grund dafür anzugeben, glaubt Hr. Heidenhain diesen letzteren Erfolg nicht als in der Natur des Nerven begründet, sondern als eine durch die vor-

hergehende Reizung bewirkte Modification ansehen zu müssen. Hr. Pflüger hat später gezeigt, dafs dem nicht so ist, sondern dafs ein völlig frischer Nerv, welcher noch niemals elektrisch gereizt worden ist, mit einem genügend starken Strom erregt, stets bei aufsteigendem Strome nur Oeffnungs-, bei absteigendem Strome nur Schliefsungszuckung giebt, und hat dieses Phänomen auch auf eine sehr genügende Weise erklärt, wie wir unten sehen werden.

Sodann wendet sich Hr. Heidenhain zur Vergleichung beider Stromesrichtungen und findet, dafs bei allmälig wachsender Stromstärke die Zuckungen in folgender Ordnung auf einander folgen:

1) Schliefsungszuckung des aufsteigende Stromes.
2) Oeffnungs-, seltener Schliefsungszuckung des absteigenden Stromes.
3) Schliefsungs-, seltener Oeffnungszuckung des absteigenden Stromes.
4) Oeffnungszuckung des aufsteigenden Stromes.

Was nun den Einflufs der Erregbarkeit auf das Gesetz der Zuckungen betrifft, so macht Hr. Heidenhain folgende Angaben. Wenn man mit einem schwachen Strome, welcher also nach ihm nur Schliefsungszuckung des aufsteigenden und Oeffnungszuckung des absteigenden Stromes giebt, das Präparat durch öfteres Schliefsen und Oeffnen hinter einander ermüdet, so verschwindet die vorhandene Zuckung endlich. War der Strom stärker, so dafs er bei beiden Richtungen beide Zuckungen gab, so soll der Erfolg ein verschiedener sein. Die Stromstärke nämlich, welche geeignet ist, beide Zuckungen zu geben, kann natürlich innerhalb gewisser und zwar ziemlich weiter Grenzen variiren. Arbeitet man nun mit den niederen Stromstärken dieser Breite, so soll die Oeffnungszuckung des aufsteigenden und die Schliefsungszuckung des absteigenden Stromes zuerst verschwinden, bei den höheren Stromstärken aber soll das Umgekehrte stattfinden. Gegen diese Angaben sieht sich der Referent genöthigt, folgende Bedenken zu erheben: Das von Hrn. Heidenhain benutzte Verfahren, die Stromstärke zu variiren, brachte es, wie schon oben bemerkt wurde, nothwendig mit sich, dafs die Stromstärke fort-

während sank, weil der in den Kreis eingeschaltete Faden der Vertrocknung ausgesetzt war. Nun mufste aber dieser Fehler um so gröfser sein, mit je schwächeren Strömen gearbeitet wurde. Denn erstlich war dabei die der Vertrocknung ausgesetzte Fadenstrecke viel länger, und zweitens machte sie in diesem Falle den wesentlichsten Theil des ganzen im Kreise befindlichen Widerstandes aus, Aenderungen im Widerstande des Fadens mufsten daher eine viel gröfsere Aenderung der Stromstärke zur Folge haben, als bei starken Strömen, wo die eingeschaltete Fadenstrecke kurz war. Es ist also durchaus nicht der Beweis geliefert, dafs nicht in diesen zufälligen, durch die Untersuchungsmethode bedingten Umständen der Grund jener Verschiedenheit gelegen habe.

Nachdem Hr. Heidenhain so das Zuckungsgesetz beim Nerven untersucht hat, wendet er sich zur Untersuchung desselben beim Muskel und findet allerdings einen Unterschied. Es stellt sich nämlich heraus, dafs beim Durchleiten des Stromes durch den Muskel die Schliefsungszuckung stets die Oberhand hat, gleichgültig, wie der Strom gerichtet ist, während doch nach seinen Erfahrungen beim Nerven die Oeffnungszuckung beim absteigenden Strom überwiegt. Ueberhaupt ist es ihm ganz unmöglich, beim Durchleiten des Stromes durch die Muskeln Oeffnungszuckung allein zu erhalten. Danach ist also ein wesentlicher Unterschied zwischen Nerv und Muskel. Auffällig ist aber hierbei Folgendes: Hr. Heidenhain hatte zuerst, um den Einflufs der Nerven ganz zu eliminiren, die Versuchsthiere mit Curare vergiftet, jenem in der allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie so berühmt gewordenen indianischen Pfeilgifte, von welchem man annimmt, dafs es die letzten Endigungen der Nerven in den Muskeln lähmt, auf den Muskel aber gar keinen Einflufs ausübt. Wunderbarer Weise aber sieht man ganz dasselbe, d. h. stets Ueberwiegen der Schliefsungszuckung unabhängig von der Stromesrichtung, wenn die Thiere nicht vergiftet sind, wo doch die Nerven gleichzeitig mit den Muskeln erregt werden. Dieser Widerspruch löst sich aber auf einfache Weise, wenn man die Verhältnisse berücksichtigt, unter denen der Versuch angestellt worden ist. Der Querscnitt des Schenkels (denn den ganzen Schenkel

und nicht einen einzelnen Muskel benutzte Hr. Heidenhain) übertrifft den des Nerven wohl um das Hundertfache und mehr. Wenn nun auch die Stromstärke durch den Wegfall des Widerstandes, welchen der Nerv vorher geleistet hatte, wuchs, so mufste doch die Stromdichte im Muskel jedenfalls viel geringer sein, als sie vorher im Nerven gewesen war. Dafs also die Erscheinungen nicht eintraten, welche man bei sehr starken Strömen sieht — Oeffnungszuckung des aufsteigenden, Schliefsungszuckung des absteigenden Stromes — kann nicht wunderbar erscheinen. Bei schwachen Strömen aber besteht der Unterschied zwischen Nerv und Muskel nach Hrn. Heidenhain darin, dafs der Nerv bei absteigendem Strom Oeffnungs-, der Muskel dagegen Schliefsungszuckung giebt. Nun aber erscheint auch bei Reizung des Nerven zuweilen „ausnahmsweise" die Schliefsungszuckung des absteigenden Stromes statt der Oeffnungszuckung. Wir werden aber sehen, dafs diese vermeintliche Ausnahme gerade die Regel ist, und im nächsten Jahrgange wird gezeigt werden, wodurch Hr. Heidenhain zu seiner Ansicht kam. Nimmt man nun aber für feststehend an (und es ist durch mehrere Forscher genügend constatirt), dafs auch beim Nerven die schwachen Ströme stets nur Schliefsungs- und keine Oeffnungszuckung geben, so fällt jeder Unterschied zwischen Nerv und Muskel in Bezug auf das Zuckungsgesetz fort, wenigstens so weit der Gegenstand bis jetzt experimentell erforscht ist.

Hr. Wundt verfuhr auf ganz ähnliche Weise, als Hr. Heidenhain und kam auch im Ganzen zu denselben Ergebnissen, nämlich, dafs bei allmäliger Verstärkung des Stromes die Oeffnungszuckung des aufsteigenden und die Schliefsungszuckung des absteigenden Stromes zu den ursprünglich nur vorhandenen entgegengesetzten hinzutreten und endlich sogar allein auftreten. Doch macht er mit Recht darauf aufmerksam, dafs Heidenhain's Ansicht, als handle es sich dabei nur um eine Modification durch die angewandten Ströme unhaltbar sei. Warum er jedoch das alleinige Auftreten der Oeffnungszuckung bei aufsteigendem und der Schliefsungszuckung beim absteigendem Strom nur für eine Folge des Absterbens des Nerven hält, ist nicht recht einzusehen;

vielleicht hat er nicht genügend starke Ströme angewandt, um diese Erscheinungen auch an frischen Nerven zu beobachten.

Hr. Pflüger untersuchte die Erscheinungen des Zuckungsgesetzes an frischen Nerven bei verschiedenen Stromstärken und stellt folgendes Schema für dieselben auf:

	Aufsteigender Strom		Absteigender Strom	
Schwacher Strom.	Schliefsung.	Zuckung.	Schliefsung.	Zuckung.
	Oeffnung.	Ruhe.	Oeffnung.	Ruhe.
Mittelstarker Strom	Schliefsung.	Zuckung.	Schliefsung.	Zuckung.
	Oeffnung.	Zuckung.	Oeffnung.	Zuckung.
Starker Strom . . .	Schliefsung.	Ruhe.	Schliefsung.	Zuckung.
	Oeffnung.	Zuckung.	Oeffnung.	Ruhe.

Beginnt man mit ganz schwachen Strömen zu reizen und läfst die Stromstärke ganz allmälig wachsen, so erscheinen die Zuckungen in folgender Ordnung:

1) Bei Schliefsung des aufsteigenden Stromes,
2) - - - absteigenden -
3) - Oeffnung - absteigenden -
4) - - - aufsteigenden -

Diese Erscheinungen erklären sich nun nach Hrn. Pflüger auf befriedigende Weise, wenn man annimmt, dafs nur das Entstehen des Katelektrotonus und das Verschwinden des Anelektrotonus, nicht aber das Entstehen des letzteren und das Verschwinden des ersteren erregend wirkt. Ist nämlich der Strom aufsteigend, so findet die Reizung bei Schliefsung der Kette nur an der oberen, bei Oeffnung nur an der unteren Elektrode statt; bei absteigendem Strom aber ist es gerade umgekehrt. Wird nun ein schwacher aufsteigender Strom geschlossen, so verhindert Nichts, dafs die Erregung von der oberen Elektrode nach dem Muskel gelangt, ist der Strom aber stark, so kann die an der oberen Elektrode gesetzte Erregung die Theile des Nerven an der unteren Elektrode, welche sich ja in stark anelektrotonischem Zustand befinden, nicht passiren (s. oben p. 561), die Erregung bleibt also unwirksam. Ist der Strom absteigend, so kann die Erregung bei der Schliefsung von der Kathode ungehindert nach dem Muskel gelangen, die Schliefsungszuckung mufs also beim absteigenden Strom bei allen Stromstärken auftreten.

Die Oeffnungszuckung erklärt sich aus denselben Principien. Ist der Strom aufsteigend, so findet die Reizung bei der Oeffnung an der unteren Elektrode statt. Da, wie schon Budge beobachtet und Pflüger und der Referent bewiesen haben, die Erregbarkeit an verschiedenen Stellen des Nerven nicht gleich ist, sondern mit der Entfernung vom Muskel wächst, so erklärt sich leicht, weshalb bei schwachem aufsteigendem Strom die Oeffnungszuckung fehlt, wenn der Strom doch schon stark genug ist, um die Schliefsungszuckung zu geben; ist der Strom aber ein Mal stark genug, um Oeffnungszuckung zu geben, so mufs diese auch bei der Verstärkung des Stromes fortbestehen. Ist hingegen der Strom absteigend, so wird bei Oeffnung die obere Nervenstrecke erregt, die untere aber geräth in negative Modification (s. oben p. 558); so lange der Strom eine mittlere Stärke nicht überschreitet, hindert dies die Fortpflanzung der Erregung nicht, wohl aber bei starken Strömen und deshalb mufs bei diesen die Oeffnungszuckung ausbleiben. Es wäre nur noch zu erklären, warum bei schwachen absteigenden Strömen die Oeffnungszuckung nicht eintritt, da man dies doch zunächst erwarten sollte. Man mufs zu dem Ende noch annehmen, dafs der Eintritt des Katelektrotonus stets stärker erregend wirkt, als das Verschwinden des Anelektrotonus, eine Annahme, die auch durch andere Thatsachen sehr unterstützt wird. Im nächsten Jahrgange werden wir Gelegenheit haben, zu sehen, wie fruchtbar die hier vorgetragene Theorie werden kann und zum Theil schon geworden ist, und werden dann auch noch einige hier unerledigt gebliebene Punkte des Gesetzes der Zuckungen besprechen.

Hr. Schiff giebt in seinem Lehrbuch eine Darstellung des Zuckungsgesetzes nach seinen eigenen Untersuchungen an Nerven lebender Thiere und über die Veränderungen desselben durch das Absterben. Er hat ebenfalls beobachtet, dafs schwache Ströme stets Schliefsungszuckung geben, und stellt den Verlauf des Zuckungsgesetzes für die Nervenstämme richtig dar, für die Nervenwurzeln soll jedoch dasselbe nicht gelten, indem bei diesen in den späteren Stadien der Erregbarkeit Schliefsungszuckung des aufsteigenden und Oeffnungszuckung des absteigenden Stromes allein wirksam auftreten sollen.

Grossmann. Zuckungen eines Froschschenkels unter dem Einflufs der tönenden Schwingungen eines Magnetstabes. Amtl. Ber. d. 32. Vers. d. Naturf. zu Wien. p. 221-222†.

Matteucci. Dell' azione fisiologica dell' elettricita. Cimento IV. 5-34†; Arch. d. sc. phys. XXXIII. 285-288*.

Pflüger. Ueber die tetanisirende Wirkung des constanten galvanischen Stromes und das allgemeine Gesetz der Reizung. Virchow Arch. XIII. 437-448†; Unters. 445-453†.

Hr. Grossmann beschreibt einen sehr hübschen Versuch, wo ein tönender Magnetstab in einer Spirale Inductionsströme erzeugt, durch welche ein Froschmuskel tetanisirt wird. Durch eine geeignete Vorrichtung wird die Contraction für eine gröfsere Versammlung sichtbar gemacht, indem er an einer Rolle angreift, an welcher ein Zeiger mit einem Fähnchen befestigt ist.

Hr. Matteucci wiederholt seine schon früher gemachte Behauptung, dafs die Hubhöhe eines Muskels proportional sei der Stärke des Stromes, mit welcher man ihn oder seinen Nerven erregt. (!)

Hr. Pflüger weist nach, dafs das allgemeine Gesetz der Erregung durch den elektrischen Strom, wonach dieser nur erregend wirkt, wenn seine Stärke schwankt, einer Ergänzung bedarf, indem ganz constante Ströme, wenn sie eine geeignete Stärke haben, den Nerven während ihrer ganzen Dauer erregen. Diese Stromstärke ist nicht, wie man vielleicht vermuthen sollte, eine sehr bedeutende, sondern gerade eine sehr geringe. Schliefst man nämlich einen durch den Nerven gehenden Strom, dessen Stärke man mit Hülfe des Rheochords allmälig gröfser und gröfser nimmt, so wird man finden, dafs bei verhältnifsmäfsig sehr schwachen Strömen Tetanus während der Dauer der Schliefsung eintreten wird, während dies bei stärkeren Strömen nicht der Fall ist. Bei aufsteigendem Strom ist die Grenze der Stromstärke, welche noch Tetanus giebt, niedriger gelegen, als bei absteigendem. Diese Thatsachen beweisen, dafs die Erregung durch den constanten elektrischen Strom nicht durch elektrolytische Zerstörung des Nerven bedingt sein kann, da sonst starke Ströme die Erscheinung eher zeigen müfsten, als schwache.

Das allgemeine Gesetz aber, welches alle Erregungserschei-

nungen umfaſst, lautet, daſs jede Einwirkung, welche den Molecularzustand des Nerven irgendwie verändert, wenn diese Aenderung genügend stark ist, und mit genügender Schnelligkeit eintritt, den Nerven zu erregen vermag. Die gröſste Veränderung, welche im Molecularzustand vorgehen kann, ist der Eintritt in, oder der Austritt aus dem elektrotonischen Zustand. Deswegen sind Stromesschwankungen das geeignetste Mittel zur Erregung des Nerven. Aber auch während der Strom dauernd durch den Nerven flieſst, ist der elektrotonische Zustand kein ganz constanter. Er bildet sich nach der Schlieſsung des Stromes allmälig aus und nimmt, wenn er zum Maximum gelangt ist, wieder ab, der Indifferenzpunkt rückt der Kathode immer näher. Diese Veränderungen, wozu dann noch die Wirkungen, welche wir als Modification der Erregbarkeit kennen gelernt haben, sowie die Elektrolyse und die translatorische Wirkung des Stromes kommen, sind gewiſs genügend, die Erregung durch den constanten Strom zu erklären. Daſs dieselbe aber nur bei schwachen Strömen auftritt, erklärt sich folgendermaſsen ganz befriedigend. Die intrapolare Strecke zerfällt in zwei Theile, in deren einem die Erregbarkeit erhöht, in deren anderem sie herabgesetzt ist. Je schwächer der Strom, um so länger ist die Strecke erhöhter Erregbarkeit, um so leichter wird also die Wirkung des Stromes sich als Erregung äuſsern können. Bei aufsteigendem Strom wird aber die Wirkung bei stärkeren Strömen aufhören müssen, sobald der zwischen den Elektroden und dem Muskel vorhandene Anelektrotonus die Fortleitung zu hemmen beginnt. Daraus erklärt sich, warum beim absteigenden Strom die tetanisirende Wirkung noch bei gröſseren Stromstärken auftritt.

J. Rosenthal.

Sechster Abschnitt.

Physik der Erde.

---

42. Meteorologische Optik

Theoretisches.

D. G. Lindhagen. Om terrestra refractions theorie. Vetensk. Ak. Handlingar 1856. p. 395-439.

Baeyer. Ueber die Beziehungen der Strahlenbrechung in der Atmosphäre zu der Witterung und über den Zusammenhang einer Landesvermessung mit der Meteorologie. Arch. f. preufs. Landeskunde V. 1-39.

Beobachtungen zur meteorologischen Optik.

A. Sonnen- und Mondbeobachtungen.

Secchi. Images photographiques de la lune. C. R. XLVI. 199.

— — Dessin d'une tache solaire; images photographiques de la lune et de Saturne. C. R. XLVI. 793-796; Cimento VII. 263-267.

— — Note sur une tache solaire observée avec la lunette de Merz à l'observatoire du collège romain. C. R. XLVI. 202-203.

Chacornac. Note sur les taches solaires. C. R. XLVI. 364-367.

— — Note sur le groupe de taches solaires du 15 mars 1858. C. R. XLVI. 592-594.

— — Note sur les taches solaires. C. R. XLVII. 1066-1069.

SCHWABE. Sonnenflecken beobachtet während des Jahres 1857. Astr. Nachr. XLVII. 319-319.

— — Ueber einen Sonnenfleck. Astr. Nachr. XLVII. 6-6.

VAUGHAN. On the solar spots and the variable stars. Phil. Mag. (4) XV. 329-345.

— — Note on the suns spots. Phil. Mag. (4) XVI. 100-100.

WOLF. Mittheilungen über Sonnenflecken. WOLF Z. S. 1858. 373-395.

R. C. CARRINGTON. On the evidence, which the observed motions of the solar spots offer for the existence of an atmosphere surrounding the sun. Phil. Mag. (4) XV. 444-452.

C. NOEL. Sur la constitution physique du soleil. Bull. d. Brux. (2) V. 506-518.

A. GAUTIER. Sur quelques applications récentes de la photographie à l'Astronomie. Arch. d. sc. phys. (2) I. 176-184.

Die Sonnen- und Mondbeobachtungen hat man in den letzten Jahren vornämlich angestellt 1) zur näheren Erforschung der physischen Beschaffenheit der Oberfläche dieser Himmelkörper, und 2) zu astronomischen Messungen.

Was den ersten Zweck, und zwar zunächst für den Mond anlangt, so sind die Beobachtungen theils auf die Selenographie, theils auf photometrische Bestimmungen gerichtet gewesen — beides durch Vermittelung der Photographie. — Mit photographischen Aufnahmen für den ersten Zweck behufs der Topographie des Mondes beschäftigten sich namentlich SECCHI, HARTNUP, DE LA RUE, SMYTH und Andere (SECCHI, C. R. XLVI. 199; Arch. d. sc. phys. I. 176). Im Jahre 1853 hatte ein Comité des „brittischen Vereins zur Förderung der Wissenschaften" empfohlen, von einzelnen Theilen der Mondoberfläche je drei Aufnahmen zu machen, nämlich eine um die Zeit des Sonnenaufgangs, eine um die des Sonnenunterganges, und die dritte um die Zeit, wo die Sonne (für die aufzunehmende Gegend) culminirt. Die beiden ersten Bilder sollten wegen der starkentwickelten Schatten die Unebenheiten der Gegenden möglichst vollkommen darstellen, die dritte dagegen die Ungleichheiten im Reflexionsvermögen, und etwaige Farbenverschiedenheiten kennen lehren. Dieser Auf-

forderung entsprechend nahm Smyth in Edinburg in der angegebenen Art das Mare Crisium auf. Es zeigte sich an den erhaltenen Bildern (nach denen Lithographien verfertigt wurden) die grofse Genauigkeit der gröfseren Mädler'schen Mondkarte, aber auch zugleich, wie unmöglich es ist, auf einer solchen Karte neben den Reliefverhältnissen alles Beobachtbare darzustellen, was zu geologischen Deutungen führen kann, indem mehrfach Stellen vorkommen, die in einer Beleuchtung im Schatten liegen und dunkel erscheinen, bei einer anderen Beleuchtung durch ihren Glanz oder ihre Färbung sich auszeichnen.

Schon jetzt, wo die Photographie sicher noch nicht ihr Aeufserstes erreicht hat, hat dieselbe vor der Handzeichnung auf diesem Felde den Vorzug der Präcision; denn unmöglich können alle Details micrometrisch aufgenommen werden, und es mufs Vieles dem Augenmafs überlassen bleiben. Dazu kommt, dafs die Handzeichnung mit allen Einzelnheiten aufserordentlich mühsam ist, und die Beleuchtung noch während des Zeichnens wechselt. Gelingt es daher, der Collodiumschicht — (die negativen Collodiumbilder sind die für den Zweck passendsten) — eine noch gröfsere Empfindlichkeit und ein feineres Korn zu geben, so müssen die Lichtbilder des Mondes in jeder Beziehung alle Handzeichnungen bei weitem übertreffen.

Zweitens sind die photographischen Aufnahmen benutzt worden, die Stärke des vom Monde reflectirten Lichts in seinen verschiedenen Phasen und im Vergleich mit dem Licht der Planeten zu bestimmen. Einen Mafsstab hierzu giebt, wenigstens für die chemisch wirksamen Strahlen, die Dauer, welche das (negative Collodium-) Bild braucht, um unter übrigens gleichen Verhältnissen einen gewissen Grad der Entwickelung zu erlangen. Secchi (C. R. XLVI. 199) fand z. B. zu einer vollkommenen Darstellung, bei ungefähr einerlei Mondhöhe, erforderlich: 2^m für den Vollmond, 5 bis 6^m für das erste Viertel, $6\frac{1}{2}^m$ für den sechsten Tag, $7\frac{1}{2}^m$ für den siebenten Tag. Hiernach würde, wenn man die Helligkeit nach dieser Dauer beurtheilen wollte, der Vollmond das erste Viertel dreimal an Helligkeit übertreffen, während Lambert das Helligkeitsverhältnifs in seiner Photometrie zu 66:42 angiebt. Es ist aber nicht zu vergessen, dafs die

leuchtende und chemische Kraft der Strahlen nicht gleichen Schritt halten, wie denn auch in der That DE LA RUE nach seinen Beobachtungen ausdrücklich hervorhebt, daſs an einzelnen Stellen einer und derselben Mondgegend die chemische und leuchtende Kraft der uns von dorther zugeworfenen Strahlen ein verschiedenes Verhalten zeigen.

Ferner fand SECCHI bei Vergleichung des Jupiter mit dem in seiner Nähe stehenden ersten Viertel des Mondes, daſs jener in 4^{m} ein ebenso vollkommenes Bild gab, wie der hellste Theil des Mondes. Die Streifen waren sehr deutlich abgebildet, und es konnten selbst Spuren des einen Trabanten bemerkt werden. Ein anderes mal verglich er denselben Planeten mit dem Monde einen Tag vor dessen vollem Licht, bei ziemlich gleicher Elongation. Jupiter erforderte dabei gerade doppelt so viele Zeit als der Mond zu einem deutlichen Bilde — was in Anbetracht ihrer verschiedenen Entfernung von der Sonne beweist, daſs das Licht des Planeten beträchtlich stärker, als das des Mondes ist. Damit stimmt im Wesentlichen überein die am 7. December von DE LA RUE bei einerlei Höhe beiderlei Gestirne angestellte Vergleichung, bei welcher in je 6 Versuchen für den Mond 9 bis 10 Secunden, für den Jupiter 12 Secunden ausreichten. Auch für den Saturn (C. R. XLVI. 793) fand SECCHI ein stärkeres Lichtreflexionsvermögen, als für den Mond. Bei dem Versuche, der überdies für den Ring ein stärkeres Licht für den Planeten selbst erkennen lieſs, gebrauchte er nämlich 8 Minuten für den Saturn und 20 Secunden für den Vollmond, so daſs das Verhältniſs der Wirkungsdauer 1 : 24 war, während bei gleicher Lichtstärke in Rücksicht auf die Entfernungen von der Sonne dasselbe hätte 1 : 80 sein müssen. SECCHI zog hieraus den Schluſs, daſs sowohl Saturn als Jupiter eine sehr stark das Licht reflectirende Atmosphäre habe, während der dunkle vulkanische Boden des Mondes das Licht verhältniſsmäſsig nur schwach zurückwerfe. — Bei einem vergleichenden Versuche von DE LA RUE nahm der Jupiter 5 Secunden, der Saturn 60 Secunden zur photographischen Aufnahme in Anspruch.

Wie nun für den Mond, so sind auch für die Sonne Beobachtungen angestellt worden, welche die Erkennung der physischen

Beschaffenheit des Himmelskörpers zum Zweck hatten. Vornämlich fuhr man fort, den Sonnenflecken — ihrer Structur und ihren Wandlungen eine anhaltende Aufmerksamkeit zu schenken, um zu weiteren oder sichereren Aufschlüssen über die Lichthülle zu gelangen.

Trotz des grofsen Nutzens, welchen hierbei die photographischen Aufnahmen versprechen, sind dieselben noch wenig angewendet, und es dürften daher die vorbereiteten beabsichtigten täglichen photographischen Sonnenaufnahmen in Kew willkommene Resultate in Aussicht stellen. Die Leichtigkeit und Schnelligkeit der Herstellung des Sonnenbildes mit allen Flecken, die Präcision der Messung der Lage der letzteren, die Bequemlichkeit, nach Gefallen die passendsten Flecken für die Bestimmung der Rotationselemente, und für das Studium ihrer Eigenbewegung auszuwählen, sind Vortheile, welche sich durch andere Mittel nicht erreichen lassen.

Zu den fleifsigeren Beobachtern gehörte Chacornac, der seit März 1852 regelmäfsig Zeichnungen der Flecke anfertigte (C. R. XLVI. 364, 592, XLVII. 1066). Er beobachtete unter andern (im Januar 1858) denselben Sonnenfleck, den Secchi sehr ausführlich beschrieben und gezeichnet hat (C. R. XLVI. 202). Die besonders deutliche strahlig radiale Structur des Halbschattens (die freilich auch sonst vielfach beobachtet worden), das Abzweigen kleiner Lichtwolken aus den, den Fleck umgebenden Fackeln, welche beim Vorschreiten durch den Halbschatten zum Kern allmälig sich abschwächen und auflösen, wird von beiden Beobachtern hervorgehoben und die Bemerkung Secchi's, dafs die Erscheinung auf Jeden den Eindruck einer in Flufs begriffenen glühenden Materie gemacht habe, welche sich in Strömen aus den Fackeln nach dem Kerne hin ergössen, um den Krater, dessen Grund der Kern des Fleckes bildet, wieder auszufüllen — wird von Chacornac vollkommen bestätigt. Bei Gelegenheit der Beschreibung eines anderen Fleckes vom März schliefst Secchi aus dem Anblick desselben und seiner Wandlungen (C. R. XLVI. 793), dafs es auf der dunkeln und der allgemein angenommenen homogenen leuchtenden Atmosphäre noch eine Schicht von Materie gebe, welche sich auf den Kern projicirend, eine

wolkige Beschaffenheit verrathe, das schwächere Licht des Halbschattens erzeuge und vielleicht die Ursache der vielbesprochenen Protuberanzen sei. Chacornac spricht sogar von mehreren solcher Schichten, indem er sich bei Beschreibung des gröſsten der um die Zeit der Sonnenfinsterniſs vom 15. März sichtbaren Flecken (dessen gröſster Durchmesser 2′ 44″ betrug) wie folgt ausdrückt: Am 12., als der Fleck auf der östlichen Seite der Sonnenscheibe stand, erschienen im Kern sehr deutliche Wolken, welche, übrigens den Wolken der Photosphäre ähnlich, den Enden mehrerer übereinander liegender Schichten glichen. Die obersten Schichten waren die glänzendsten, jedoch immer merklich schwächer, als die helle Umgebung des Halbschattens, und von dieser völlig getrennt; die untersten Schichten am dunkelsten und durch glühende Ströme mit einander verbunden. Am deutlichsten waren die Intensitätsunterschiede der Schichten zur Zeit der Verfinsterung am 15., als der Mondrand sich ihnen näherte. Vom 12. bis zum 17. hatte sich der untere Theil des Kerns allmälig mit wolkigen Schichten bedeckt, die stufenförmig übereinander gelagert erschienen, und deren Glanz zugleich mit der Helle des Halbschattens zunahm. Am 19., nahe am westlichen Sonnenrande, war der Anblick wie am 12. auf der östlichen Seite — nämlich der eines Durchschnitts zahlreicher Schichten, welche dunkler waren, als die untersten des Halbschattens. — Von der Idee der Schichten scheint indeſs Chacornac später zurückgekommen zu sein, indem er als Hauptresultat von, mit einem gröſseren Fernrohr an Flecken von sehr bedeutender Gröſse angestellten Beobachtungen (vom 9. September bis 3. December) angiebt, daſs die Hüllen, welche von den Astronomen durch die Oeffnungen der Photosphäre hindurch gesehen würden, sämmtlich Theile dieser Photosphäre seien. Man sehe deutlich die Photosphäre sich unter das Niveau der leuchtenden Schicht senken, und sich ohne Auflösung der Continuität in die dunkelsten Theile des Kernes eintauchen, nur in dem Maſse poröser und dünner werden, als die Einsenkung unter das Niveau zunimmt.

Hiermit stimmt denn auch die Ansicht überein, welche Noel (Bull. de Brux. V. 506) sich auf Grund seiner aufmerksamen

Beobachtungen gebildet hat. Es war ihm gelungen, einen der Flecken in seinem Entstehen zu beobachten. Er glaubte zuerst eine Anschwellung in der Photosphäre zu bemerken, welche nach einigen Formänderungen in Zeit von wenigen Secunden an mehreren Stellen aufsprang. Die dadurch entstehenden Aufwürfe rings um die sich bildenden Oeffnungen (gewissermafsen die Kraterränder) fingen dann langsam an sich zu verflachen, ohne aber gänzlich sich wieder ins Niveau mit der übrigen Photosphäre zu setzen. Anfangs zeigte sich auch kein Halbschatten, und es trat ein solcher erst am folgenden Tage auf. Das spätere Auftreten eines Halbschattens hatte Noel auch schon früher einmal bei einem anderen Flecke beobachtet. Dafs die Photosphäre aus concentrischen Wolkenschichten bestände, die nach unten an Leuchtkraft abnehmen und so dem Halbschatten seine Entstehung gäben, leugnet er ab, nimmt die Lichtsphäre als durchweg homogen an, und läfst die Halbschatten daraus entspringen, dafs von den conischen Seitenwandungen der den Flecken bildenden Vertiefung das Licht gegen uns schief ausgesendet würde, und schief ausgesendetes Licht eine geringere Intensität habe, als das senkrecht ausströmende. Als Beweis dafür führt er unter andern an, dafs in der Nähe des Sonnenrandes, wo uns die eine Seite des Halbschattens fast senkrecht das Licht zuwirft, diese heller erscheint, und sich scharf von dem Dunkel des Kerns abschneidet, während sie bei der ersten Annahme schwächer werden und sich am Grunde in den Kern verlieren müfste.

Was die Fackeln betrifft, so entstehen sie nach Noel zumeist aus der bei der Entstehung der Flecke sich an den Rändern aufhäufenden Lichtmassen, die erst, nachdem die, den Fleck erzeugende, Ursache zu wirken aufgehört hat, sich allmälig abflachen, zum Theil nach Aufsen hinabfliefsend, um den Niveauunterschied mit der umgebenden Photosphäre zu mindern, zum Theil nach Innen, um schliefslich den Krater wieder auszufüllen und den Fleck zum Verschwinden zu bringen. Daher komme es denn auch, dafs zuweilen nach dem völligen Verschwinden des Fleckes Fackelhäufchen noch eine Zeit lang sichtbar bleiben und erst später, wie eine zähflüssige Masse sich ausbreitend, in dem allgemeinen Niveau der Photosphäre sich verlieren. Fackeln,

welche ohne vorgängige Fleckenbildung entstehen, wie deren NOEL beobachtet hat, hielt derselbe für gleichen Ursprungs, indem er annimmt, dafs in solchem Falle die Flecken erzeugende Ursache nicht stark genug sei, um die in die Höhe gedrängte Lichtmasse völlig zu durchbrechen.

Für die Dicke der Lichthülle der Sonne, welche schon aus dem Grunde keine sehr bedeutende sein kann, weil sich der dunkle Kern bei Flecken noch erkennen läfst, wenn diese dem Sonnenrande schon sehr nahe sind — hat SECCHI eine approximative Rechnung angestellt. Er beobachtete nämlich die Entfernung vom Sonnenrande, bei welcher er die, dem Sonnencentrum zunächst liegende Seite des Halbschattens eines Fleckes durch die Perspective eben verschwinden sah, und leitete daraus, die Vertiefung als conisch ansehend, eine Böschung von 14° ab, woraus sich dann in Verbindung mit der gemessenen Breite der gegenüberstehenden Seite des Halbschattens, eine Tiefe von 0,37 ergab — den Aequatorialhalbmesser der Erde als Einheit genommen.

Wie lange sich Flecke erhalten können, zeigen wieder mehrere Beobachtungen von SCHWABE, welcher (Astr. Nachr. XLVII. 6) unter andern einen der von SECCHI beobachteten und gezeichneten Flecke vier Mal wiederkehren sah. Das erste Mal vom 1. bis 14. April, das zweite Mal vom 29. April bis 12. Mai, das dritte Mal vom 26. Mai bis 8. Juni, das vierte Mal vom 23. Juni bis 6. Juli. Während des ersten Erscheinens nach einer Messung vom 6. April war der gröfste Durchmesser 46,23″; während des zweiten Erscheinens am 5. Mai — 62,33″; während des dritten Erscheinens am 1. Juni — 36,30″; während des vierten Erscheinens am 28. Juni endlich — 29,74″. Am 20. Juli, als der Fleck zum fünften Mal erscheinen sollte, blieb er aus. Im Jahre vorher, 1857, hatte SCHWABE einen Fleck beobachtet, welcher drei Rotationen aushielt.

CARRINGTON hat (Phil. Mag. XV. 444) die Fleckenbewegung benutzt, um die Wahrscheinlichkeit für die Existenz einer die Photosphäre noch umgebenden dunklen lichtbrechenden (und absorbirenden) Sonnenatmosphäre zu prüfen. Diese Atmosphäre sollte die Rolle eines Trägers der Protuberanzen versehen und

die überwiegende Wärme der Centralstrahlen gegen die des Sonnenrandes erklären. Er legte der Rechnung die Hypothese zu Grunde, dafs die Atmosphäre durchweg von gleicher Dichtigkeit und ihre Höhe dem vierten Theil des Sonnenradius gleich sei, und verfolgte die Bewegung einiger Flecken unter den Annahmen eines Brechungsverhältnisses von 1,0025, 1,0050 und 1,0100. Unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate, kommt er auf das Resultat, dafs die Annahme des Brechungsverhältnisses zu 1,0020 den besten Anschlufs an die Beobachtungen geben würde, und hält demnach in der That eine lichtbrechende Atmosphäre von grofser Höhe wahrscheinlich.

Während die oben namhaft gemachten Beobachter sich damit begnügten, die Beschaffenheit der Lichthülle und die Vorgänge bei der Fleckenbildung zu besprechen, soweit sie sich aus den Beobachtungen direct erschliefsen lassen, ging Daniel Vaughan (Phil. Mag. XV. 359 und XVI. 100) einen Schritt weiter, und entwickelte eine Hypothese über die Entstehung des Leuchtvermögens der Sonne selbst und über den Ursprung der Flecken. Diese Hypothese, welche indefs vielleicht nicht allzuviel Anhänger finden möchte, besteht darin, dafs die Sonne sowohl wie die übrigen Fixsterne durch ihre gewaltige Attraction den umgebenden Aether verdichten und zu einer dauernden chemischen Action an ihrer Oberfläche veranlassen soll, welche Action ihrerseits dann die Quelle des ausgesendeten Lichts und der ausgesendeten Wärme sei. Wäre die Sonne unbeweglich, so würden die Aethertheilchen ein Bestreben bekommen, sich nach deren Centrum zu bewegen; in Folge ihrer fortschreitenden Bewegung äufsere sich nun dies Bestreben in einer wirklichen Bewegung, und zwar in einer Richtung gegen Punkte, welche das Sonnencentrum schon verlassen hat. Da an dem Bewegungsstreben die Aethertheilchen Theil nehmen, soweit die Anziehungssphäre der Sonne reicht, so ständen nämlich die Aethertheilchen in der Nachbarschaft der Sonne unter einem so hohen Druck, dafs der bedeutende Widerstand Seitens der Elasticität des Aethers überwunden, und eine reelle Bewegung und Verdichtung erklärlich werde — ja er fügt hinzu, dafs Jahre erforderlich sein würden, bis die Repulsion der Theilchen den früheren Dichtigkeitszustand wie-

derherstellte. Eine ähnliche schwächere Verdichtung erzeugten auch grofse Planeten. Wenn nun solche Planeten hinreichend grofse Bahnen beschrieben mit kleiner Neigung gegen die Richtung der Sonnenbewegung, so würden sie periodisch eine Zeit lang der Sonne nahe parallel laufend durch die von ihnen erzeugte Verdichtungsbewegung des Aethers die von der Sonne erregte Verdichtung vergrössern oder vermindern, je nachdem sie gerade sich mit ihr gleichstimmig oder entgegengesetzt bewegten. Im ersten Falle würde sich Wärme und Licht der Sonnenoberfläche steigern, und die oberen Schichten der dunklen aus unbrennbaren Gasen bestehenden Sonnenatmosphäre von oben her erhitzt, würden keine Gleichgewichtsstörungen veranlassen; und indem somit der Licht- und Wärmeprocefs an der Oberfläche einen ruhigen Verlauf behielte, würde eine Zeit sparsamer oder fehlender Sonnenflecke eintreten. Im zweiten Falle aber würde durch Verminderung der Hitze an der Oberfläche, die vorher tief in die dunkle Atmosphäre eingedrungene Wärme nunmehr heftige Bewegungen nach oben erzeugen und damit die Bedingung zur Entstehung zahlreicher Flecke gegeben sein. Durch denselben Vorgang erklärt Vaughan die Veränderlichkeit der Fixsterne, indem er durch umwandelnde grofse Planeten die Aetherverdichtung um dieselben abwechselnd vermindern und vermehren, dadurch den Leuchtprocefs an ihrer Oberfläche resp. schwächen und verstärken läfst.

Schliefslich sind noch die statistischen Angaben über das Erscheinen der Sonnenflecke zu erwähnen. Zunächst die von Schwabe aus dem Jahre 1857 (Astr. Nachr. XLVII. 319), wonach dieses Jahr von 324 Beobachtungstagen 52 fleckenfreie Tage zeigte, während an den übrigen Tagen 98 Gruppen gezählt wurden. Die wenigsten Gruppen fielen auf den Februar (nämlich 2), die meisten auf den October (nämlich 16). Der gröfste Fleck erschien im December. Am 10. war derselbe noch nicht gebildet, vom 11. bis 14. December war die Sonne nicht sichtbar, und am 15. erschien er mit einem Durchmesser von 1′ 55″, so dafs er mit unbewaffnetem Auge sichtbar war. Die gröfste Gruppe war eine vom 18. bis 25. Juli erschienene, welche am 21. Juli eine Ausdehnung von 3′ 39,2″ von Ost nach West hatte. —

Ferner wurden von Wolf die alten Stark'schen Beobachtungen, die sich von 1813 bis 1836 erstrecken und in dessen meteorologischen Jahrbüchern enthalten sind, registrirt und verarbeitet (Wolf Z. S. 1858). Die daraus hervorgehenden Jahre der geringsten Fleckenmenge (1823, 1833 und 1834), sowie die der häufigsten Fleckenbildung (1816 und 1829) stimmen mit den früher von Schwabe gefundenen Zeitangaben überein. Ueberdies glaubt Wolf aus der genaueren Prüfung der Stark'schen Beobachtungen den Schlufs ziehen zu dürfen, dafs wenigstens die eine Sonnenfleckperiode mit ihren Anomalien sich als Folge einer Rückwirkung der Planeten auf die Sonne betrachten lasse. Er finde nämlich, dafs unter einer ganz einfachen Hypothese über die Einwirkung der Planeten für selbige eine Curve resultirt, welche nach Länge ihrer einzelnen Wellen und nach Beschaffenheit der in derselben auftretenden Unregelmäfsigkeiten mit der Sonnenfleckencurve sehr vollkommen übereinstimmte. Endlich befindet sich in der Wolf'schen Mittheilung eine Fortsetzung der früher angefangenen Sonnenfleckenlitteratur.

Was sich noch sonst auf physische Beschaffenheit der Sonne (auf die Wärmevertheilung über der Oberfläche) bezieht, so wie dasjenige, was die Sonnenbeobachtungen für astronomische Zwecke betrifft, wird unter der Rubrik „Sonnenfinsternisse von 1858" besprochen werden. *Rd.*

Lissajous. Observation d'un soleil bleu. Inst. 1858. p.369-370.

Angeregt durch die von Laugier 1854 auf der Insel Ouessant gemachte Beobachtung, dafs die untergehende Sonne, nachdem sie zur Hälfte ins Meer getaucht, bis zu ihrem völligen Verschwinden unter dem Horizont blau erschienen sei — hat Herr Lissajous bei seinem Aufenthalt am Meere in den Jahren 1856, 1857 und 1858 seine Aufmerksamkeit auf die untergehende Sonne gelenkt, und in der That verschiedene Male, wenn nur noch ein kleiner Theil der Lichtseite über dem Horizont sichtbar war, die blaue, respective grünlich blaue Färbung bemerkt. Im Jahre 1856 sah er die Erscheinung in 6 Wochen dreimal, im Jahre 1857 in 14 Tagen viermal, im Jahre 1858 sah

er dieselbe wegen des ausnahmsweise heiteren Wetters unbestimmt oft. Er glaubt, dafs das Blaue keine Contrastfarbe gewesen, sondern durch die Farbenzerstreuung der Atmosphäre hervorgerufen worden sei, da er bei der Beobachtung durch einen vollkommen achromatischen Reflector von 100maliger Vergröfserung den oberen Rand der untergehenden Sonne von Farbensäumen, welche dem blauen Ende des Spectrums zugehörten, eingefafst gesehen habe, da überdies die Erscheinung nur kurz vor dem völligen Verschwinden der Sonne unter dem Horizont aufgetreten sei, wo die Sonnenstrahlen den möglichst längsten Weg durch die Atmosphäre zu machen hatten, und da endlich dieselbe nur bei sehr reiner Luft sich beobachten lasse, bei welcher allein die brechbaren Strahlen der Absorption durch die Atmosphäre hinlänglich entgehen. Bei der Laugier'schen Beobachtung scheine aber, wie er meint, der Contrast Antheil gehabt zu haben, da bei Beginn der Erscheinung noch die halbe Sonnenscheibe sichtbar gewesen sei. *Rd.*

J. Fournet. Note sur certaines colorations de la lune et du soleil. C. R. XLVII. 189-193.

Hr. Fournet theilt hier verschiedene Fälle mit, in denen er den Mond und die Sonne in einer vom Contrast herrührenden Färbung beobachtet hat. Am häufigsten ist darnach die grüne Färbung des Mondes auf dem durch die Morgen- oder Abendröthe gebildeten Hintergrunde, namentlich wenn in der Nähe stark geröthete Wölkchen stehen. Eine bronzegelbe Färbung sahe er mehrmals als Complementarfarbe zu dem bläulichen Theile des Horizonts, der von dem Bogen der Gegendämmerung überspannt wird. Die Färbung ging sofort in das gewöhnliche Silberweifs über, als der Dämmerungsbogen verschwand. Endlich gedenkt er des deutlichen Orange und Rosa, wenn, wie das zuweilen des Morgens und Abends der Fall ist, der Horizont ein ausgesprochenes Grün als Hintergrund zeigt.

An der Sonne hat der Verfasser nur einmal eine solche Färbung, und zwar die blaue, beobachtet — und in der That gehören wegen der starken Intensität des Sonnenlichts besonders

günstige Umstände zu ihrer Entstehung. Es war am M. Cenis im Gebirge, als nach Schneefall das Gewölk sich aufzulösen begann, und die Sonne sich in letzterem abwechselnd verhüllte und in lichte Stellen trat. So oft sie in gedämpftem Glanz, umgeben von den durch ihr eigenes Licht mehr oder weniger röthlich orange gefärbten Wolken erschien, zeigte sie sich in deutlichem Blau, welches wieder verschwand, und durch reines Weifs ersetzt wurde, so oft die Umgebung ihre Farbe verlor. *Rd.*

Die Sonnenfinsternisse vom 15. März und 7. September 1858.

Liais. Lumière qui éclaire pendant les éclipses la portion de la lune placée dans l'ombre de la terre. C. R. XLVI. 462-463.

— — Observations faites à Cherbourg sur l'éclipse du 15 mars. C. R. XLVI. 654-658.

— — Observations de l'éclipse totale du 7 Sept. par une commission brasilienne. Cosmos XIII. 641-644.

J. P. Joule. On the intensity of light during the recent solar eclipse. Phil. Mag. (4) XV. 305-306.

Poey. Chaleur du disque solaire, polarisation. Cosmos XII. 311-312.

Claudet. Experiences pendant l'éclipse du 15 Mars. Cosmos XII. 433-435.

A. und E. Quetelet, Bouvy, E. Marchal, etc. Observations diverses faites en Belgique pendant l'eclipse solaire du 15 Mars 1858. Inst. 1858. p. 221-223; Bull. d. Brux. 1858. 1. p. 282-302.

L. de Mouchy. Eclipse du soleil du 15 Mars. Cosmos XII. 613-663.

Vialète d'Aigneau et Gillis. Eclipse totale du soleil du 7 Sept. 1858. Cosmos XIII. 534-536.

Faye. Sur les photographies de l'éclipse du 15 Mars 1858, presentées par M. Porro et Quinet. C. R. XLVI. 705-710.

— — Sur la parallaxe du soleil et sur les éclipses centrales de l'année courante. Suite et fin. C. R. XLVI. 165-170.

— — Indications soumises aux photographes relativement à l'éclipse du 15 Mars 1858. C. R. XLVI. 479-482.

Das Bemerkenswerthere aus den Mittheilungen der vorstehenden Schriften über die Sonnenfinsternisse des Jahres ist Folgendes.

1) Meteorologische Beobachtungen. In Montpellier stieg nach L. de Mouchy's Beobachtungen während der Finsternifs vom 15. März das Barometer um 2,3^{mm}, obgleich es um die gleiche Tageszeit sonst zu fallen pflegt; das Thermometer fiel um 2,1°, das Minimum etwa 16^{m} nach der stärksten Verfinsterung (die um 1^{h} 15^{m} stattfand) erreichend; das Psychrometer zeigte Feuchtigkeitszunahme. In Cherburg stieg bei derselben Finsternifs das Barometer gleichfalls merklich, die Temperatur sank um 1,4° gegen das Mittel der Anfangs- und Endtemperatur; und die Geschwindigkeit des Windes (3 bis 4^{m}) verminderte sich bei übrigens unveränderter Richtung um die Hälfte.

In Brüssel sank die Temperatur um 1,2°, in Gent um 3°.

Auch bei der totalen Verfinsterung vom 7. September beobachtete der Fregattencapitän Vialète d'Aigneau in der Bai von Sechura (5° 30′ südlicher Breite, 81° 3′ 20″ westlicher Länge von Greenwich) ein Steigen des Barometers um 1^{mm}. Die Temperatur sank um 3,5°. Endlich ist zu bemerken, dafs während der Finsternifs vom 15. März in Brüssel die magnetische Declination zunahm, während an den beiden vorhergehenden Tagen in der gleichen Tageszeit eine deutliche Abnahme stattgefunden hatte.

2) Färbung des allgemeinen Tageslichtes. Der gelbliche Ton der Beleuchtung, wenn die Verfinsterung stark wird, ohne jedoch total zu sein, wird übereinstimmend angeführt. In der Beobachtung zu Monpellier wird die Beleuchtung als orangeröthlich, in der zu Cherburg als bronzefarben angegeben. An letzterem Ort zeigte sich das Spectrum in Orange gefärbt, und im violetten Ende jenseits *H* verkürzt. In der Brasilianischen Beobachtung wird die Beleuchtung vor der vollen Verfinsterung als gelb, während der totalen Verfinsterung fast als Dämmerungsgrau bezeichnet.

3) Photometrische Beobachtungen. Claudet (in London) mafs bei der Verfinsterung vom 15. März die Zeit, welche erforderlich war, um die Quecksilberwirkung auf Daguerreotypplatten, die zuerst mit Jod und dann mit Jodbromür behandelt

waren, sichtbar zu machen. Von Viertelstunde zu Viertelstunde verdoppelte sich die Zeit bis zu einem Maximum (von $\frac{1}{64}$ bis zu $\frac{1}{8}$ Secunde), um dann wieder in ähnlicher Progression abzunehmen. Wegen verhüllender Wolken war dies aber nicht die Wirkung der freien, sondern nur die der verschleierten Sonne.

Joule nahm in den letzten 5 Minuten vor der Mitte der ringförmigen Verfinsterung ein photographisches Bild der Sonne, und am folgenden Tage unter möglichst denselben Umständen und gleichen Mitteln zur selben Tageszeit und bei anscheinend derselben Witterung ein zweites Bild. Das letztere erforderte nur 2 Secunden. Die Dauer der Einwirkungen bei den beiden Bildern verhielt sich also wie 150 : 1, während die Fläche des unbedeckt gebliebenen Theils der Sonnenscheibe am ersten Tage sich zur vollen Scheibe etwa wie 1 : 24 verhielt. Daraus erschliefst sich die sehr überwiegend gröfsere Stärke des vom Centrum kommenden Sonnenlichts gegen das der Randstrahlen. Es kann daher auch nicht verwundern, dafs es Dancer unmöglich war, in photographischen Aufnahmen der Sonne, den Rand und den centralen Theil gleich deutlich zu erhalten.

Liais in Cherbourg nahm eine, an der einen Seite mit transparentem Papier geschlossene Röhre, hinter der eine Kerze angebracht war, und es wurde dann in einem einfenstrigen Zimmer die Entfernung der Kerze bestimmt, bei welcher der Schatten eines Gegenstandes auf dem Papier verschwand. Zur Zeit des Maximums der (fast totalen) Verfinsterung war die Entfernung $2,90^{m}$, vor und nach derselben resp. 64 und 60^{cm}.

Quetelet in Brüssel mafs die Helligkeit einer gegen Süden gerichteten weifsen Scheibe mit einem Cauchoix'schen Photometer, bestehend in zwei auf einander verschiebbaren flachen Keilen von schwarzem Glase zur Herstellung einer Scheibe von veränderlicher Dicke und damit von veränderlicher Durchsichtigkeit. Es wurden aber namentlich wegen der etwas ungünstigen Himmelsbeschaffenheit nur wenige Versuche gemacht.

Endlich haben es Poey und Masson der Mühe werth gehalten, mit einem Melloni'schen Thermomultiplicator das Grundlose der, auf einer Beobachtung bei der Finsternifs von 1851 beruhenden Behauptung nachzuweisen, dafs der verdunkelte Theil

der Sonne dieselbe Temperatur habe wie der sichtbar gebliebene Theil.

4) Lichtkrone und Protuberanzen. Von der Erscheinung einer sehr glänzenden Lichtkrone berichtet die brasilische Commission. Sie erschien zunächst der schwarzen Mondscheibe gelblich, in weiterer Entfernung weifs. Die Breite betrug 34', war aber nach Osten hin um 4 bis 5' gröfser. Auf dem Grunde der Lichtkrone zeigten sich fünf grofse Strahlengruppen, ungefähr gleichseitige Dreiecke mit convexen Seiten, die mit der Basis auf dem Monde ruhten und eine Höhe von beiläufig 13' hatten, bildend. Aufserdem waren noch an vielen Stellen kürzere, von dem Mondrande ausgehende Strahlenbüschel sichtbar. Die Bewegung des Mondes über dieser Krone bewies, dafs letztere zur Sonne und nicht zum Monde gehörte. Am Anfang der Verfinsterung war die Krone im Osten heller, nach derselben im Westen. Die allgemeine Lage der Strahlen änderte sich nicht während der Verfinsterung und schien in Pinheiros und auf der Centralstation identisch. Ihr Licht war merklich, aber schwach in einer auf den Mondrand senkrechten Ebene polarisirt. Das Licht war übrigens so hell, dafs sich um die Krone in einiger Entfernung ein Hof (mit dem Roth nach Aufsen) bildete.

An der Centralstation beobachtete man 6 Protuberanzen (zum Theil ganz weifs, zum Theil leicht rosa), von denen die bedeutendste anfangs eine Höhe von 58", und am Ende der Finsternifs eine Höhe von 1' 12" bis 1' 18" hatte. Zu Pinheros sah man keine Protuberanzen, während zu Campinas um den westlichen oberen Theil der dunklen Scheibe eine Kette Protuberanzen den ganzen Raum zwischen zwei der in der Centralstation gesehenen einnahm, höhere Gipfel dort zeigend, wo an der letzten Station der höchste erschien. Auf dem Mondrande erblickte man eine lebhaft weifse wellige Linie, beim Anfang der totalen Verfinsterung an der Stelle, wo die Sonne verschwand, am Ende da wo die Sonne wieder erschien. Ein Doppelspathprisma gab beide Bilder der Protuberanzen von gleicher Intensität. — Am folgenden Tage waren an der Stelle der Protuberanzen weder Flecken noch Fackeln zu bemerken.

Es bleibt nur noch übrig, der Faye'schen Mittheilungen zu

erwähnen, von denen die eine sich auf die Photographien der Sonnensichel bezieht, welche Porro behufs daran vorzunehmender Messungen aufgenommen hatte, die anderen, nicht zur Ausführung gekommene Anweisungen zur Benutzung der Finsternisse enthalten. Die Porro'sche Aufnahme geschah mit einem Fernrohr von 15^{m} Focallänge und 52^{cm} Oeffnung, vor dessen Focus ein Horizontalfaden ausgespannt war, und in dessen Focus der Rahmen mit der Collodiumplatte so eingerichtet war, dafs zu einem gegebenen Zeitmoment mittels einer Feder die Platte auf einen Bruchtheil einer Secunde entblöfst und der Lichtwirkung ausgesetzt werden konnte. Da die, obwohl erst unter dem Mikroskop erkennbaren, Ungleichheiten des Mondrandes die Sicheldicke und Entfernung der Hornspitzen nicht mit aller gewünschten Schärfe messen liefsen, so wurden behufs der Bestimmung der Entfernung zwischen Sonnen- und Mondcentrum, nicht die Sehnen und die Segmenthöhen gemessen, sondern es wurden am ganzen Umkreis der Scheibe von 5 zu 5^{0} die Polarcordinaten der Mond- und Sonnenränder bestimmt, und dann die Methode der kleinsten Quadrate auf die linearen Bedingungsgleichungen zwischen den Correctionen der Radien und der Coordinaten der Mittelpunkte der beiden Scheiben zur Ermittelung der letzteren angewendet. Hr. Faye verbreitet sich dann darüber, wie sehr viel schärfer solche photographisch-mikroskopische Messungen für Meridianbeobachtungen seien, als die bisher üblichen Messungen am Meridianinstrument. Dabei theilt er seine Ideen über die beste Anstellung der Meridianaufnahmen mit, wobei er namentlich vorschlägt, nicht das Fadennetz, sondern die empfindliche Platte sich bewegen zu lassen. Das Bild des Sterns erscheint auf der letzteren dann punktförmig, während das Bild des Fadens ein mehr oder weniger breites Band bildet, und es wird dann die Entfernung des Bildes des Sterns von den Enden dieses Bandes gemessen.

In der zweiten der oben citirten Faye'schen Abhandlungen wird erörtert, dafs totale und ringförmige Sonnenfinsternisse unter Umständen ein Mittel böten, die Sonnenparallaxe mit einem sehr hohen Grade von Schärfe festzustellen. Die erste Bedingung sei, dafs sich auf der Linie der Centralverfinsterung zwei möglichst

weit von einander entfernte, passende feste Beobachtungsorte wählen liefsen, und daher eigne sich gerade die Finsternifs vom 15. März dazu, bei welcher man die Stationen in Cumana und in Lappland nehmen könne. Man erhalte dabei die Differenz der Mond- und Sonnenparallaxe. Da aber die Mondparallaxe von so bedeutender Gröfse im Verhältnifs zu der gesuchten Sonnenparallaxe sei, so würde man nur auf eine sehr ungenaue Bestimmung der letzteren rechnen können, wenn nicht die überaus grofse Schärfe, welche man erzielen könne, wenn man die inneren Berührungen bei der Finsternifs, auf deren Beobachtung es ankommt, nicht auf die gewöhnliche Weise, sondern mit Hülfe der Photographie bestimmte — eine fast absolute Genauigkeit in Aussicht stellte. Faye setzt dann das Verfahren, welches er bei der photographischen Bestimmungsmethode angewendet wissen will, auseinander, und, da als Vorbedingung eine besonders genaue Kenntnifs der auf die Rechnung influirenden Elemente (die geographischen Coordinaten der beiden Beobachtungsorte, die Abplattung der Erde, etc.) nöthig ist, so giebt er noch Andeutungen wie sich diese in der nöthigen Schärfe feststellen liefsen. Die Abplattung der Erde glaubt er z. B., könne durch Beobachtungen von Sternbedeckungen an den beiden Stationen, wofern sie nur in sehr verschiedener Breite lägen, bis auf $\frac{1}{310}$ genau bestimmt werden.

In der dritten Abhandlung sucht Hr. Faye darzuthun, dafs die Zwecke, zu denen man sonst die totalen und ringförmigen Sonnenfinsternisse benutze (Berichtigung der Mondtafeln und geographische Ortsbestimmungen) sich auch durch Beobachtung partialer Finsternisse erreichen liefsen, wenn man sich der photographischen Beobachtungsmethode bediene. Zu der dort näher angegebenen Bestimmungsweise sind drei Aufnahmen erforderlich, nämlich die beiden äufseren Contacte und das Bild für einen Moment in der Nähe der gröfsten Verfinsterung, wozu noch zwei am wahren Mittage aufzunehmende Bilder desselben Sonnenrandes auf unbeweglicher Platte in 2 Minuten Intervall kommen, behufs der Reduction der von den Bildern abzunehmenden Linearmaasse auf Secunden.

Endlich hatte Hr. Faye (C. R. XLVI. 165) den Vorschlag

gemacht, in Quito die Finsternifs vom 7. September zu benutzen, aus der Zenithdistanz des höchsten Theils des in unsere Atmosphäre getauchten Mondschattenkegels, der sich auf den Grund des Himmels projicirt — die Höhe unserer Atmosphäre zu bestimmen. *Rd.*

B. Regenbogen, Ringe und Höfe.

C. Luftspiegelung.

C. T. Gaudin. Phénomènes de mirage. Bull. d. l. Soc. vaud. VI. 33-34.

D. Zodiakallicht.

Liais. Observations sur la lumière zodiacale faites dans une traversée de France au Brésil. C. R. XLVII. 450-453.

Chacornac. Observations de lumière zodiacale. Cosmos XII. 197-198.

Lecot. Lumière zodiacale. Cosmos XII. 227-228.

E. Meteorsteine.

v. Reichenbach. Ueber die Rinde der meteorischen Eisenmassen. Pogg. Ann. CIII. 637-644.

— — Ueber die Rinden der Meteorsteine. Pogg. Ann. CIV. 437-482.

— — Die Meteoriten und die Kometen nach ihren gegenseitigen Beziehungen. Pogg. Ann. CV. 438-460.

— — Ueber die Anzahl der Meteoriten und Betrachtungen über ihre Rolle im Weltgebäude. Pogg. Ann. CV. 551-563; Cosmos XIV. 445-448.

F. Seelheim und Gergens. Untersuchung eines bei Mainz gefundenen Meteorsteins. Erdmann J. LXXIII. 235-240; Jahrb. d. Ver. f. Naturk. in Nassau. Hft. 12; Chem. C. Bl. 1858. p. 487-489.

Petit. Bolide signalé comme ayant incendié une maison. C. R. XLVI. 609-610; Inst. 1858. p. 118-118.

— — Sur l'aérolithe du 9 décembre. C. R. XLVII. 1050-1053.

M. Hörnes. Ueber den Meteorsteinfall bei Kaba, südlich von

Debreczin am 15. April 1857. Wien. Ber. XXXI. 347-350; Chem. C. Bl. 1858. p. 820-822; Inst. 1858. p. 330-330.

M. Hörnes. Ueber den Meteorsteinfall in Ohabe in Siebenbürgen. Chem. C. Bl. 1858. p. 785-787; Pogg. Ann. CV. 334-336; Wien. Ber. XXXI. 79-84; Inst. 1858. p. 330-330.

J. v. Török. Ueber den Kaba-Debreczin-Meteorit. Pogg. Ann. CV. 329-334.

de la Haye. Bolide observé dans les environs de Hédé (Ille et Vilaine). C. R. XLVII. 500-501.

de la Tremblais. Sur un bolide observé près de Neuilly (Seine) le 13 Septembre 1858. C. R. XLVII. 800-801.

Meteoric stone of Borkut. Phil. Mag. (4) XVI. 479-480.

Wöhler. Ueber die Bestandtheile des Meteorsteins von Kaba in Ungarn. Wien. Ber. XXXIII. 205-209.

Baden Powell. Report on observations of luminous meteors 1856-1857. Rep. of Brit. Assoc. 1857. p. 131-154.

— — Continuation of report on luminous meteors for 1857-1858. Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 137-157; Inst. 1858. p. 347-347; Athen. 1858. II. 425-426.

---

43. Atmosphärische Elektricität.

(Der Bericht hierüber wird im nächsten Jahrgang erfolgen.)

---

44. Erdmagnetismus.

H. Lloyd. On the direct magnetic influence of a distant luminary upon the diurnal variations of the magnetic force at the earths surface. Phil. Mag. (4) XV. 192-196.

Obwohl Hr. Lloyd selbst früher darzuthun gesucht hat, dafs die tägliche Variation der Declination eine Folge der Erwärmung der Erde durch die Sonne sei (Berl. Ber. 1849. p. 360), scheint

er jetzt zu der Ueberzeugung gekommen zu sein, dafs diese Ansicht als unhaltbar betrachtet und ein anderer Zusammenhang gesucht werden müsse. In dem obigen Aufsatze stellt er sich die Aufgabe zu untersuchen, ob die magnetischen Variationen durch eine unmittelbar magnetische Einwirkung der Sonne und des Mondes erzeugt sein können. Zu diesem Zwecke entwickelt er die Formeln, wodurch die Wirkung eines sehr entfernten Magnets auf die Declination, die Horizontal- und Verticalintensität eines gegebenen Punktes der Erdoberfläche dargestellt wird, und findet als Resultat, dafs Sonne und Mond als Magnete von hinreichender Kraft angenommen, tägliche Variationen hervorbringen würden, die man als Functionen der Entfernung jener Himmelskörper und des Stundenwinkels, dann der geographischen Länge und Breite des Beobachtungspunktes ausdrücken kann. Seine Schlufssätze sind wie folgt:

1) die Wirkung eines entfernten magnetischen Himmelskörpers besteht aus zwei Theilen, wovon der erste im Verlaufe eines Tages constant ist, während der zweite vom Stundenwinkel abhängt;
2) die Gröfse beider Theile ist dem Cubus der Entfernung des Himmelskörpers umgekehrt proportional;
3) der vom Stundenwinkel abhängende Theil hat für den Stundenwinkel v und $180°+v$, gleiche Gröfse aber entgegengesetztes Zeichen.

Es ist bekannt, dafs die durch Beobachtung bestimmten magnetischen Variationen dieser letztern Bedingung durchaus nicht entsprechen. Zwar würde, wenn man bei der Reihenentwickelung das zweite Glied beibehielte, eine Variation sich ergeben, welche vom doppelten Stundenwinkel abhinge; allein diese tägliche Doppelperiode beträgt bei der Sonne nur $\frac{1}{6000}$, bei dem Monde $\frac{1}{60}$ der einfachen Periode. Drückt man dagegen die beobachteten Variationen durch die bekannte periodische Interpolationsreihe aus, so findet man für Dublin aus dem ganzen Jahre den Coefficienten der einfachen Sonnenperiode $= 3{,}52'$, und jenen der Doppelperiode $= 2{,}13'$, ganz mit dem eben angedeuteten Verhältnisse im Widerspruche. Bei der Mondperiode ist das zweite Glied der Interpolationsreihe sogar gröfser als das erste.

Hieraus schliefst Hr. Lloyd mit vollem Rechte, dafs die täglichen Variationen des Erdmagnetismus einer directen magnetischen Wirkung von Sonne und Mond nicht zugeschrieben werden können. *La.*

Lloyd. On the determination of the intensity of the earths magnetic force in absolute measure by means of the dip cercle. Trans. Roy. Irish Ac. XXIII.

Ursprünglich hat man bei der absoluten Intensitätsbestimmung allenthalben in Europa die horizontale Componente des Erdmagnetismus gewählt, weil Ablenkungen und Schwingungen in der Horizontalebene leicht und genau ausgeführt werden können. Als aber die Messungen auf Gegenden ausgedehnt wurden, wo die horizontale Componente sehr klein ist, zeigte sich jene Methode unvortheilhaft und deshalb hat schon im Jahre 1848 Herr Lloyd die Messung in der verticalen Ebene analog mit der frühern horizontalen Messung in Vorschlag gebracht (Proc. of Roy. Irish Ac. Jan. 24. 1848). Denselben Gegenstand behandelt er nun neuerdings in der obigen Abhandlung, benutzt aber nicht eine Combination von Schwingungen und Ablenkungen, sondern bewirkt die Elimination des Magnetismus der Nadel durch Vereinigung einer Ablenkung, welche durch einen Magnet hervorgebracht wird, mit einer Ablenkung, welche (übereinstimmend mit der Methode von Fox) durch ein kleines Gewicht entsteht. Bewegt sich eine Inclinationsnadel, um deren Axe ein feiner mit einem kleinen Gewichte beschwerter Faden geschlungen ist, im magnetischen Meridian und bezeichnet man das Moment des Gewichtes mit W, so hat man für die Lage des Gleichgewichtes

$$MJ \sin(u-i) = W,$$

wo M das magnetische Moment der Nadel, J die totale Intensität, i die Inclination und u den Winkel, welchen die Nadel mit dem Horizont macht, bedeuten. Wird mit derselben Nadel eine zweite Inclinationsnadel abgelenkt, so dafs sie mit dem Horizont den Winkel u' macht, so hat man

$$J \sin(u'-i) = MU,$$

wo U eine Function der Entfernung des Winkels u' und des Magnetismus der Nadeln bezeichnet. Die Verbindung der beiden

Gleichungen giebt

$$J = \sqrt{\left[\frac{UW}{\sin(u-i)\sin(u'-i)}\right]}.$$

Hr. Lloyd entwickelt speciell die Bedingungen, welche bei Anwendung dieser Formeln wie bei der Bestimmung der Constanten zu berücksichtigen sind. *La.*

Lamont. Carte magnétique de l'Europe, détermination des constantes magnétiques dans le midi de la France et de l'Espagne. C. R. XLVI. 648-653; Arch. d. sc. phys. (2) II. 64-66.

— — Untersuchungen über die Richtung und Stärke des Erdmagnetismus an verschiedenen Punkten des südwestlichen Europa. München 1858.

Zu den vielen wissenschaftlichen Arbeiten, welche König Maximilian II. von Bayern in den letztverflossenen Jahren auf eigene Kosten ausführen liefs, gehört auch die Bestimmung der magnetischen Constanten im südwestlichen Europa. Die Ausführung wurde angefangen im Jahre 1856, aber erst im Jahre 1857 kam die Vollendung zu Stande. Die Beobachtungen dehnen sich auf alle Theile Frankreichs und der iberischen Halbinsel aus, und umfassen die Declination, Intensität und Inclination von 76 Stationen, wovon mehrere wiederholt besucht wurden. Die Messungen wurden überall im Freien ausgeführt, gewöhnlich auf Anhöhen in der Nähe gröfserer Städte, und zwar meistens an zwei oder drei verschiedenen Standpunkten, um etwa vorhandene Localeinflüsse zu erkennen. Die Resultate sind sämmtlich mittelst der Münchener stündlichen Variationsbeobachtungen auf den 1. Januar 1858 reducirt. Beispielsweise mögen hier folgende Hauptpunkte angeführt werden:

	Declination	Horizontalintensität	Inclination
Paris	19°36,3′	1,8759	66°26,5′
Madrid . . .	20 7,9	2,1718	61 5,9
Lissabon . .	21 40,2	2,2102	60 39,2
Marseille . .	17 4,1	2,1363	61 40,5
Toulouse . .	18 45,0	2,0861	62 46,1
Tours . . .	19 54,4	1,9192	65 44,3

	Declination	Horizontalintensität	Inclination
Perpignan .	17° 59,2′	2,1357	61° 47,8′
Bayonne . .	19 57,8	2,0691	63 6,8
Barcelona .	18 5,0	2,1891	60 42,2
Saragossa .	19 17,2	2,1459	61 36,4
Cartagena .	18 36,5	2,3246	57 51,6
Sevilla . . .	20 16,7	2,2849	58 53,3
Santiago . .	22 35,3	2,0341	63 57,7
Bilbao . . .	20 28,8	3,0616	63 22,1

Nach den Beobachtungen sind magnetische Karten entworfen, welche die Linien der Declination, Intensität und Inclination darstellen, und woraus man ersehen kann, dafs im Ganzen die magnetische Kraft sehr regelmäfsig vertheilt ist. Die grofsen Anomalien, zu deren Annahme man durch vereinzelte Beobachtungen früherer Zeit genöthiget war, verschwinden hier gänzlich, wie es denn überhaupt eine bemerkenswerthe Thatsache ist, dafs die magnetischen Curven um so regelmäfsiger ausfallen, je mehr die Instrumente und Methoden sich der Vollkommenheit nähern.

La.

Sabine. Remarks upon the magnetic observations transmitted from York Fort in Hudsons Bay, in August 1857, by Blakinston. Proc. of Roy. Soc. IX. 81-91; Phil. Mag. (4) XVI. 143-150; Inst. 1858. p. 313-314.

Bei Gelegenheit der Grenzregulirung zwischen den Brittischen Besitzungen in Nordamerika und den vereinigten Staaten im Jahre 1857 wurde Blakinston beauftragt, magnetische Beobachtungen in York Fort (Hudsonsbay) und einigen andern Punkten anzustellen, um den Stand und die Secularänderungen des Magnetismus an diesem merkwürdigen Punkte, in der unmittelbaren Nähe des Poles gröfster Intensität zu bestimmen. Seine Messungen geben:

August 1857. Declination . . . . . 7° 37′ östl.
Absolute Totalintensität 14,017 (engl. Einheiten).

Stellt man diese Bestimmungen mit den aus früherer Zeit vorhandenen zusammen, so ergiebt sich, dafs von 1725 bis 1843 die Nadel allmälig um 28° nach Osten sich bewegt hatte und

zur letzterwähnten Epoche 9°25′ östlich zeigte, von da an aber eine allmälige Bewegung nach Westen sich einstellte, so daſs die Zunahme westlicher Declination in 14 Jahren 1°48′ betrug. Damit stimmen die Beobachtungen in Toronto überein, woraus für die Bewegung nach Westen folgende Zahlenwerthe sich ergeben:

von 1845	bis 1851	im Mittel	1,95′	jährlich
1851	- 1854	-	2,54	
1854	- 1855	-	3,54	

La.

F. SCHAUB. Magnetische Beobachtungen im östlichen Theile des Mittelmeeres. Triest 1858.

— — Magnetische Beobachtungen der österreichischen Marine im Jahre 1857. PETERMANN Mitth. 1858. p. 111-112.

Im Jahre 1857 wurde von dem österreichischen Marinecommando eine Expedition ausgesendet, um die magnetische Declination und den Stand des Erdmagnetismus überhaupt im östlichen Mittelmeere, wo genauere Bestimmungen noch nicht ausgeführt waren, zu erforschen. Beobachtungen wurden in Corfu, Zante, Cerigo, Candia, Rhodus, Adalia, Limassol, Latakia, Beirut, Jaffa, Alexandria, Bombach vorgenommen, und mittelst eines magnetischen Theodoliten die Declination, Intensität und Inclination gemessen. Die Messungen sind, wie man sich aus den ausführlich mitgetheilten Details leicht überzeugen kann, mit gröſster Sorgfalt ausgeführt, und müssen als ein sehr werthvoller Beitrag zur Erforschung des Erdmagnetismus anerkannt werden. *La.*

A. QUETELET. Perturbations magnétiques. Aurore boréale. Violent tremblement de terre en Italie. Bull. d. Brux. 1858. 1. p. 7-10 (Cl. d. sc. 1858. p. 7-10); Inst. 1858. p. 207-208; Cosmos XII. 255.

E. QUETELET. Magnétisme terrestre. Bull. d. Brux. 1858. 1. p. 378-379 (Cl. d. sc. 1858. p. 186-188); Cosmos XIII. 3; Inst. 1858. p. 240.

HOOREMAN. Perturbation magnétique. Bull. d. Brux. 1858. 1. p. 379-380; Inst. 1858. p. 240.

Die hier mitgetheilten Notizen enthalten einiges Material,

welches bei magnetischen Untersuchungen zweckmäfsig verwendet werden kann; für sich allein führen sie zu keinem bestimmten Resultate. *La.*

J. A. Broun. On certain results of magnetical observations. Phil. Mag. (4) XVI. 81-99.

Die magnetischen Bewegungen bestehen aus zwei Theilen, wovon der eine sowohl der Gröfse als auch der Folge nach bestimmten Gesetzen unterliegt, und von der Umdrehung der Erde um ihre Axe und der Bahnbewegung der Sonne abhängt, während der andere nur im Allgemeinen an gewisse Gesetze gebunden ist, im Detail aber durch Zufälligkeiten bedingt wird. Das Regelmäfsige tritt am Aequator, das Zufällige gegen die Pole überwiegend hervor. Es folgt hieraus, dafs zur Erforschung des Erdmagnetismus Beobachtungen am Aequator nicht blos förderlich, sondern absolut nothwendig sind. Hr. Broun, dessen frühere Arbeiten im Fache des Erdmagnetismus im Berl. Ber. 1847, 1850, 51 mehrfach erwähnt werden, hat sich deshalb veranlafst gefunden, im Jahre 1852 die Leitung des vom Rajah von Travancore in Trevandrum erbauten Observatoriums zu übernehmen. Nach mehrjähriger Beobachtung richtete er nun die obige Mittheilung in Briefform an D. Brewster, worin er verschiedene Resultate und Ansichten bespricht, jedoch mit so wenig Detail, dafs wir es vorziehen, die Berichterstattung zu verschieben, bis die bald zu erwartenden vollständigen Resultate erschienen sind. Nur einige Punkte mögen hier vorläufig angedeutet werden. Während Arago geschlossen hatte, dafs am magnetischen Aequator die tägliche Bewegung der Declination gänzlich aufhöre, zeigt Hr. Broun, dafs nur die Epochen des Maximums und Minimums verschoben werden, und zwar abweichend von den Ansichten, welche Sabine aus den Beobachtungen von St. Helena abgeleitet hatte (vergl. Berl. Ber. 1847. p. 559). Bezüglich der Ursache der magnetischen Bewegungen spricht Hr. Broun sich sehr entschieden gegen die Hypothesen von Lloyd, de la Rive und Faraday aus, auch die Voraussetzungen von Secchi über das Verhältnifs der Störungen zu der regelmäfsigen Bewegung

erklärt er für unzulässig; dagegen hält er das Vorhandensein einer unmittelbaren magnetischen Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die Erde für wahrscheinlich, ohne übrigens die Wirkungsweise näher zu bezeichnen. Auch sucht er darzuthun, dafs die Erklärung der täglichen Barometerschwankungen eine solche unmittelbare Einwirkung erfordere. Endlich werden über die Periodicität der magnetischen Störungen, der Nordlichter, der Sonnenflecken, des Zodiacallichtes und den möglichen Zusammenhang derselben vorläufige Andeutungen gegeben, worüber in einer künftigen Mittheilung Näheres zu erwarten sein wird.

La.

Hansteen. Sur le magnétisme du globe. Bull. d. Brux. (2) V. 120-125, 336-339 (Cl. d. sc. 1858. p. 242-246, p. 304-307); Cimento VIII. 150-153; Inst. 1859. p. 53-54, p. 328-329.

Hr. Hansteen bringt hier neues Material bei, um die früher von ihm unternommene Untersuchung über die Secularänderung der Horizontalintensität (vergl. Berl. Ber. 1856. p. 595) weiter zu führen und zu vervollständigen. Die Stationen, womit er sich beschäftigt, sind: Paris, Altona, Brüssel, Gotha, Göttingen. Zugleich fügt er eine neue Reduction der von Quetelet im Jahre 1839 in Italien beobachteten Intensitäten bei. *La.*

K. Friesach. Geographische und magnetische Beobachtungen in Nord- und Süd-Amerika, angestellt in den Jahren 1856 und 1857. Wien. Ber. XXIX. 285-328.

Diese Beobachtungsreihe umfafst 26 Stationen in Nord- und Südamerika und Westindien, und zwar vollständige Bestimmungen der Declination, Horizontalintensität und Inclination. Soweit man nach den mitgetheilten Daten ein Urtheil zu fällen im Stande ist, hat Hr. Friesach die Beobachtungen nach Kreil's Anleitung mit einem grofsen Aufwande von Mühe und Sorgfalt und mit Beachtung aller wesentlichen Umstände ausgeführt, nur darüber mufs man sich wundern, dafs eine so werthvolle Arbeit in so auffallend dürftiger Form und ohne alle näheren Details dem

wissenschaftlichen Publicum mitgetheilt wird; oder ist vielleicht die gegenwärtige Mittheilung blofs als eine vorläufige Notiz zu betrachten, während die vollständige Bekanntmachung für ein gröfseres Reisewerk vorbehalten wird. *La.*

A. Erman. Ueber einige Messungen zur Bestimmung der Horizontalcomponente des Erdmagnetismus. Erman Arch. XLII. 652-682.

Bei Gelegenheit der wissenschaftlichen Expedition nach dem Ural hat Prof. Kowalskji magnetische Beobachtungen angestellt, wobei er, um die absolute Intensität zu finden, ungefähr wie bei dem Weber'schen transportabeln Apparate geschieht, die Ablenkungen mittelst einer Compafsnadel bestimmte, und die Berechnung durch Einführung annehmbarer Hypothesen zu vereinfachen suchte. Die Zulässigkeit dieses Verfahrens wird nun von Hrn. Erman, allerdings mit Grund, beanstandet, indessen sollte billiger Weise nicht aufser Acht gelassen werden, dafs mit den angewendeten Hülfsmitteln überhaupt nur approximative Werthe erlangt werden können. *La.*

Mahmoud Effendi. Mémoire sur l'état actuel des lignes isoclines et isodynamiques dans la Grande-Bretagne, la Hollande, la Belgique et la France. Mém. cour. d. l'Ac. d. Belg. XXIX. 1-47.

Diese ihren Hauptresultaten nach schon im vorigen Jahre veröffentlichte Arbeit ist bereits im Berl. Ber. 1857. p. 604 angezeigt worden. *La.*

J. Drummond. Sur l'intensité de la force magnétique terrestre. Inst. 1850. p. 371; Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 24-25.

— — Sur une théorie physique du magnétisme terrestre. Inst. 1858. p. 371-371; Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 25-25.

Indem Hr. Drummond im ersten Aufsatze von der richtigen Thatsache ausgeht, dafs die Totalintensität am kleinsten ist, wenn

die Inclination ihr Maximum erreicht (ungefähr 11 Uhr Vormittags) geräth er in Mifsverständnisse, welche beweisen, dafs er sich die Grundbegriffe der Statik und Mechanik noch nicht hat klar machen können. Wir halten es deshalb für unnöthig, die Schlufsfolgerungen, zu welchen er gelangt, näher zu analysiren.

Im zweiten Aufsatze stellt er die Ansicht auf, dafs wenn das Innere der Erde eine flüssige Masse bildet, dieselbe ebenso wie das Meer, welches die Erdoberfläche bedeckt, in Folge der Anziehung von Sonne und Mond eine tägliche Ebbe und Fluth haben werde. Nimmt man dann die Stoffe, woraus die Erde besteht, als magnetisch an, so wird die Fluthwelle auf die Magnetnadel einen Einflufs ausüben. Diesen Einflufs setzt Hr. Drummond näher auseinander, und zwar ohne alle Rücksicht auf statische oder dynamische Principien, so dafs den Resultaten kaum eine eigentliche Bedeutung zugeschrieben werden kann. *La.*

Fernere Literatur.

J. Lamont. Magnetische Beobachtungen, angestellt an der kgl. Sternwarte bei München während des Jahres 1856. Ann. d. Münchn. Sternw. (2) X. 1-37.

C. Hansteen. Den magnetiske inclinations forandringer. Nyt Mag. X. 101-138.

— — Den magnetiske inclinations periodiske forandringer. Vetensk. Ak. Handlingar (2) II. 1857. p. 1-22.

Pariset. Recherches sur le magnétisme terrestre. C. R. XLVI. 324-325; Inst. 1858. p. 66-66.

R. Wolf. Aeltere Beobachtungen über die Abweichung der Magnetnadel in Zürich. Wolf Z. S. 1858. p. 91-92.

Results of the magnetical observations. Greenwich Obs. 1854.

45. Meteorologie.

A. Temperatur.

H. W. Dove. Ueber die ungewöhnliche Kälte des verflossenen Novembers im nordöstlichen Deutschland. Berl. Monatsber. 1858. p. 675-677†.

In der 140 Jahre umfassenden Reihe der meteorologischen Beobachtungen von Berlin ist nur der November von 1739, 1774 und 1786 im Mittel kälter, als der des Jahres 1858, in der 68-jährigen mit 1791 beginnenden von Breslau nur der von 1829. Die bedeutende Temperaturerniedrigung vom 23. genannten Monats scheint nach den vom Verfasser gemachten Angaben am Fuſse der Gebirge im östlichen Deutschland ihre gröſste Intensität erreicht zu haben, aber nicht auf der Höhe der Gebirge. Hingegen zeigen die hierüber angestellten Untersuchungen, daſs die Abkühlung zuerst im nordwestlichen Deutschland hervortrat, entschieden später im nordöstlichen, und daſs dieselbe zwischen dem 7. und 11., dann 22. bis 26. zwei Maxima erreichte. *Ku.*

H. W. Dove. Ueber die Temperatur der Ostsee verglichen mit der des atlantischen Oceans. Z. S. f. Erdk. (2) IV. 60-62†.

Aus der vorliegenden Abhandlung, welche die Monatstemperatur für Meer und Luft zweier Stationen, einer Seestation (Doberan) und einer Landstation (Rostock) an der Ostsee, ermittelt aus $4\frac{1}{8}$jährigen Reihen, dann für Copenhagen aus fünf bis achtjährigen Beobachtungen, aus Irland aus einjährigen Beobachtungen (s. Berl. Ber. 1855. p. 743), dann von Reykavig auf Island — für Mai bis December — enthält, heben wir die nachstehenden Resultate für die Temperaturunterschiede zwischen Meer und Land hervor:

	Doberan.	Copenhagen.	Irland.	Island.
Januar . .	2,34°	1,70°	1,57°	—
Februar . .	0,31	0,35	0,85	—
März . . .	— 0,80	— 0,30	0,81	—
April . . .	— 0,80	— 1,23	0,80	—
Mai . . .	— 1,85	— 1,18	0,05	0,97
Juni . . .	— 1,56	— 0,63	0,68	0,07
Juli . . .	0,13	— 0,05	0,19	— 0,30
August . .	0,71	0,52	0,09	1,01
September .	1,40	1,15	1,05	0,90
October . .	2,20	1,49	1,25	2,60
November .	4,46	1,56	2,58	1,55
December .	2,93	1,48	1,16	2,90
Jahr . . .	0,79	0,41	0,93	—

Da die aus diesen Zahlen sich ergebenden Resultate von selbst sogleich hervorleuchten, so können alle weiteren Erörterungen hierüber unterdrückt werden, während bezüglich der Erklärungen dieser Thatsachen auf die Abhandlung selbst verwiesen werden mufs. *Ku.*

H. W. Dove. Die Temperatur von Jakuzk. Z. S. f. Erdk. (2) V. 355-358†.

Die vorliegenden interessanten Erörterungen haben den Zweck zu zeigen, zu welchen Resultaten die bis jetzt angestellten Untersuchungen bezüglich der Mächtigkeit des Bodeneises in Ostsibirien und namentlich in Jakuzk geführt haben, und welches der Gang der Temperatur der Luft im Laufe des Jahres zu Jakuzk ist, um bei einer so niedrigen Bodentemperatur (wie sie selbst im Frühling noch stattfindet[1])), die in den niedrigen Ebenen des Jakuzker Districtes vorkommenden üppigen Vegetationserscheinungen erklären zu können. In Beziehung auf den ersten Theil dieser Frage führt Hr. Dove eine Tabelle für die mittlere Wärme der im Scherginschachte durchgrabenen Schichten auf, welche mit den in v. Middendorf's Abhandlung enthaltenen

[1]) Man sehe hierüber den Aufsatz v. Middendorf. Bericht über den Scherginschacht zu Jakuzk. Pogg. Ann. LXII. 404-415†.

Angaben (Pogg. Ann. LXII. 408-409, 410-412) nicht in Einklang steht. Ob hier ein Versehen stattgefunden hat, oder ob der Verfasser neuere Beobachtungsreihen zur Ermittelung der in dieser Tabelle enthaltenen Resultate benutzt hat, darüber kann der Berichterstatter nicht entscheiden. Den hier angeführten „beobachteten Werthen" sind in der dritten Spalte genannter Tabelle „berechnete Werthe" beigefügt, die nach einer von Peters abgeleiteten Formel erhalten worden sind, und die eine sehr gute Uebereinstimmung mit jenen der zweiten Spalte genannter Tabelle zeigen. Hr. Dove bemerkt, dafs nach der Berechnung die Tiefe der Bodenschichte, in welcher der Thaupunct erreicht werde, auf 1000 Fufs fallen würde, während v. Middendorf die Mächtigkeit auf 600 bis 700 Fufs anschlage, „nahe übereinstimmend mit A. Erman, der sie auf 600 Fufs angenommen hatte".

Bezüglich des zweiten Theiles jener Frage werden vor allem in einer Tafel die während einer 27jährigen Beobachtungsperiode (1829 bis 1855) sich ergebenen extremen Abweichungen der Monatsmittel eines bestimmten Jahres von dem langjährigen mitgetheilt, und nach einigen Bemerkungen über den mächtigen Lokaleinflufs auf die Temperaturbeobachtungen im hohen Norden die Monatsmittel der sämmtlichen Beobachtungen genannter Periode, welche eine längere Dauer hat, und aufserdem genauere Resultate liefert, wie die früher nach Wesselowski (Berl. Ber. 1857. p. 515) angegebenen vollständig aufgeführt. Dieser Zusammenstellung ist eine kleine Tafel der bis jetzt „thermometrisch bestimmten Puncte in Ostsibirien" angefügt, aus welcher die neuen Bestimmungen für Jakuzk hiermit hervorgehoben werden:

Januar	— 32,61°	September	+ 3,57°	Jahr — 8,71°
Februar	— 27,90	October	— 7,19	
März	— 18,11	November	— 22,71	
April	— 7,05	December	— 31,06	
Mai	+ 2,68	Winter	— 30,19	
Juni	+ 10,58	Frühling	— 7,49	
Juli	+ 13,89	Sommer	+ 11,87	
August	+ 11,15	Herbst	— 8,78	

Ku.

H. W. Dove. Ueber die Wärme des Meerwassers im finnischen Meerbusen. Z. S. f. Erdk. (2) IV. 503-506†.

Die von Wesselowsky in einem 1857 erschienenen „Klima von Rufsland" auf p. 37 mitgetheilten Monatstemperaturen der Luft und des Meeres, und zwar für letzteres an der Oberfläche und in 7 engl. Fufs Tiefe für Rewal in Esthland am finnischen Meerbusen zeigen, dafs der abkühlende Einflufs in dem letztgenannten Gewässer viel länger andauerte, als in den aus Doberan und Copenhagen bekannt gewordenen Resultaten für die Temperatur der Ostsee. „Der Grund liegt sehr nahe, da die Eismassen des Winters natürlich desto später verschwinden, je weiter wir nach Norden hinaufgehen." — Aufser den Tabellen, welche diese Thatsache darzustellen bestimmt sind, werden hier noch Temperaturbeobachtungen der Luft aus gleichen Jahren für russische und preufsische Stationen angeführt, welche den Einflufs jener Erscheinung auf die Gestalt der Jahrescurve zu zeigen bestimmt sind. *Ku.*

H. W. Dove. Ueber die Temperatur von Point Barrow. Z. S. f. Erdk. (2) V. 483-486†.

Bezüglich der zweijährigen Beobachtungsreihen, welche der Verfasser hier benutzt, ist schon im vorigen Jahrgange der Fortschritte (Berl. Ber. 1857. p. 485) berichtet worden. Das Jahresmittel ergiebt sich für Point Barrow aus diesen zweijährigen Temperaturreihen zu — 11,05°. Hr. Dove hält dieses Resultat für einen „neuen und sehr entschiedenen Beleg dafür, dafs die Isotherme von —12° nicht in geänderten Theilen zwei getrennte Kältepole umschliefst (Z. S. f. Erdk. (2) I. 428; Berl. Ber. 1856. p. 641), sondern einen zusammenhängenden Raum begrenzt," wie der Verfasser schon früher „gegen die bisherige allgemein gültige Annahme zuerst behauptet" hat; „und da die Isotherme von — 14° ihre concave Seite von der Mellville-Insel an bis zum Smithsunde dem Pole zukehrt, im Renselär-Hafen die Jahreswärme sogar noch tiefer bis auf — 15,7° herabsinkt, also fast — 16° erreicht, so ist die mit so vieler Sicherheit behauptete Zunahme der Wärme nach Norden hin in diesen Gegenden, so-

weit sie erfahrungsmäfsig hat geprüft werden können, stets widerlegt worden."

Als Schlufs seiner Betrachtungen führt der Verfasser eine Tafel der Abweichungen jeder einzelnen Stunde vom Tagesmitel für die einzelnen Monate, wie sie aus den von Simpson für Point-Barrow berechneten Stundenmitteln sich ergeben, bei, welche dann noch einer weiteren Besprechung unterworfen wird. *Ku.*

L. A. A. de Verteuil. Temperatur der Insel Trinidad. (Aus de Verteuil Trinidad, its geography, natural, resources, administration, present condition and prospects, London 1858, in Petermann Mitth. 1858. p. 424-424†.

Von der Insel Trinidad (auf den kl. Antillen, unter 10° 39′ nördlicher Breite und 63° 51′ westlicher Länge von Paris) werden hier die mittleren Resultate zweier Beobachtungsreihen, die in dem Hauptorte der Insel Port of Spain (Porto de Espanna) an zwei verschiedenen Localitäten aufgezeichnet worden sind, zur Mittheilung gebracht. Die Beobachtungen der ersten Reihe sind aus Capitän Tulloch's „Statistical Report" u. s. w. entnommen, und wurden in der St. Jameskaserne angestellt. Von diesen ist hier ein „fünfjähriger Durchschnitt" (unbekannt aus welchen Jahren) der höchsten und niedersten Temperaturen für die einzelnen Monate angegeben, von welchen wieder nicht bekannt ist, ob dieselben die fünfjährigen Mittel der absoluten Extreme der einzelnen Monate bedeuten, oder ob sie aus dem höchsten und niedrigsten Stand der Temperatur sämmtlicher Tage für jeden Monat erhalten wurden. Eine ähnliche Tabelle des „fünfjährigen Durchschnittes" (aus den Jahren 1850 bis 1854?) ist von den im Regierungsgefängnifs (Royal Goal) angestellten Beobachtungen hier angegeben. Nach der ersten Beobachtungsperiode stellt sich als mittlere Jahrestemperatur 79° F. (20,9°) heraus, nach der zweiten aber wird diese zu 84° F. (23,1°) angegeben; diese Resultate sowohl, wie die sonstigen nicht unbedeutenden Verschiedenheiten, welche beide Reihen zeigen, flöfsen für die Brauchbarkeit dieser Temperaturbeobachtungen wenig

Vertrauen ein, da diese Unterschiede für eine unter $10\frac{1}{2}$° nördlicher Breite liegende Insel viel zu beträchtlich sind, als dafs sie nicht theilweise secundären Einflüssen zugeschrieben werden möchten. Von den Beobachtungen am Royal Goal sind noch aufserdem die fünfjährigen Mittel der Monatstemperaturen zu bestimmten Stunden in dem vorliegenden Aufsatze mitgetheilt, und diese sollen, in Réaumur'schen Graden ausgedrückt, hier folgen:

Monat.	6h Mgs.	9h Mgs.	12h Mttgs.	3h Abds.	6h Abds.	Tagesmittel. (6h M. bis 6h A.)
Januar . .	20,6°	22,2°	23,1°	22,2°	21,3°	21,86°
Februar . .	20,5	23,1	23,6	23,6	21,6	22,48
März . . .	20,9	22,7	23,6	23,8	21,8	22,56
April . . .	21,8	23,1	24,5	24,8	22,2	23,28
Mai . . .	22,2	24,0	24,9	24,7	22,4	23,64
Juni . . .	20,9	24,0	24,5	24,5	22,2	23,22
Juli . . .	22,2	22,5	24,0	24,5	22,3	23,10
August . .	22,2	23,6	24,0	24,3	22,3	23,28
September .	22,2	23,6	24,7	24,9	22,6	33,60
October . .	21,8	23,8	24,5	24,5	22,2	23,36
November .	21,8	23,6	24,0	23,1	22,2	22,94
December .	21,3	23,1	23,6	23,6	21,8	22,68
Jahr . . .	21,53	23,28	24,08	24,04	22,08	23,00

Wenn man diesen Beobachtungen auch keinen grofsen Grad von Zuverlässigkeit beilegen darf, so läfst sich doch wenigstens aus den vorstehenden Resultaten entnehmen, dafs sowohl die täglichen als auch die jährlichen Temperaturvariationen zu Porto of Spain (für die Tageszeit, während welcher die Sonne oberhalb des Horizontes ist) als sehr gering erscheinen, und dafs vom April bis zum November die Temperatur fast constant bleibt; darf man aber jenen Beobachtungen am Royal Goal Vertrauen schenken, so mufs die Thatsache auffallen, dafs im jährlichen Gange der Temperatur zwei Maxima auftreten, nämlich im Mai und September, und zwei Minima, wovon das erste (aber beträchtlichere) auf Januar und das andere (weit geringere) auf Juli fällt. *Ku.*

E. Borman. Meteorologiska anteckningari Lappland. Öfvers. af Förhandl. 1858. p. 455-455†.

Es sind hier die Temperaturmittel aller einzelnen Jahre von 1831 bis einschliefslich des Jahres 1858 für die drei Monate Juni, Juli und August aus den Beobachtungen zu „Neder-Kalix" (unter 65° 53½' nördlicher Breite) aufgeführt, unter welchen die der Jahre 1857 und 1858 zu „Öfver-Tornea" (unter 66° 23½' nördlicher Breite) angestellt worden sind. Die höchsten und niedrigsten Monatstemperaturen (nach Celsius'schen Graden) waren beziehungsweise für Juni 16,5° (1853) und 11,3° (1837), für Juli 20,8° (1858) und 14,4° (1848), für August 18,2° (1844) und 10,5° (1833). *Ku.*

D. Etienne. Sur l'hiver 1857-1858 dans les regions arctiques. C. R. XLVI. 595-595†.

In einem Briefe an Babinet bemerkt Hr. Etienne unter Anderem, dafs während im Allgemeinen im Laufe des Jahres an seinem ehemaligen Aufenthaltsorte, unter dem 70° nördlicher Breite innerhalb neun Monaten der Schnee nicht weicht, und die Temperatur vom October bis zum März selten über —10° steigt, der genannte Winter in dortigen Gegenden, zu Zeiten, wo zu Paris und im mittägigen Frankreich eine Kälte von 4 bis 5° bemerkbar war, so mild war, dafs man zur gleichen Zeit einmal eine Temperatur von + 11° beobachtete. Anfangs Februar konnte man zu Tromsoë (69° nördlicher Breite) auf freiem Felde Vegetationsentwickelungen wahrnehmen, wie sie sonst nur gegen Ende Juli vorkommen. *Ku.*

Buys-Ballot. Sur les rapports entre les phénomènes météorologiques et la rotation solaire. C. R. XLVI. 1238-1240†.

Der Verfasser theilt hier mit, dafs er bei wiederholter Untersuchung der Temperaturbeobachtungen von Breslau aus den Jahren 1791 bis 1854 dasselbe Resultat bezüglich der Rotationszeit der Sonne, wie es aus seinen früheren Bearbeitungen hervorgeht (s. Berl. Ber. 1847. p. 625; Pogg. Ann. LXXXIV. 521; Berl. Ber. 1852. p. 698), gefunden habe. *Ku.*

Lambron. Minimum de température au sommet du Nethou, pic culminant de la Maladetta, durant l'hiver de 1857-1858. (Extrait d'une Lettre.) C. R. XLVII. 356-357†.

Es ist hier unter Anderem (was sich über die Anordnung und Aufstellungsweise des für die in Rede stehenden Messungen benutzten Thermometers verbreitet) bloſs bemerkt, daſs man auf dem Nethou (42° 38′ nördl. Breite, 1° 41′ westlicher Länge von Paris, 2404 Meter Meereshöhe) am 14. Juli 1858 ein Temperaturminimum von — 24,2° an einem dort aufgestellten Weingeistminimumthermometer, das seit dem 1. September 1857 sich dort befand, beobachtet habe.

Am Schlusse wird gesagt, daſs die am 5. August bei einer zweiten Besteigung des Berges beobachtete kleinste Temperatur von — 4° C., die als Temperaturminimum für den Zeitabschnitt, 14. Juli bis 5. August 1858 erschien, auf eine Abnahme der Temperatur um 13° C. bei einer Höhendifferenz von 1776 Meter schlieſsen lasse, weil man während desselben Zeitabschnittes zu Luchon, unter 628 Meter Meereshöhe bloſs ein Temperaturminimum von + 9° C. beobachtet habe. *Ku.*

A. Pouriau. Comparaison de la marche de la température dans l'air et dans le sol à 2 mètres de profondeur; observations faites à l'École d'Agriculture de la Saulsair (Aix). C. R. XLVII. 970-972†.

Die gleichzeitigen Beobachtungen der Luft-, sowie der Bodentemperatur, diese nach den Angaben eines 2 Meter tief in den Boden befindlich gewesenen Thermometers gemessen, haben für die Periode vom 1. März 1856 bis zum 1. December 1858 zu folgenden allgemeinen Resultaten geführt:

1) Die mittlere Temperatur der Luft ergab sich für diese Periode zu 8,3°, die des Bodens zu 10,1°, so daſs also dieser eine um 1,8° höhere Jahreswärme zeigt, wie die unteren Luftschichten.

2) Die jährliche Schwankung der Lufttemperatur betrug im Mittel 36,62°, die des Bodens 10,51°.

3) Einem Minimum der Lufttemperatur von — 8° bis — 8,8° entsprach ein gleichzeitiges Minimum im Boden von + 5° bis 4,4°.

4) Während das Maximum der mittleren Lufttemperatur auf Juli oder August, und im Jahre 1858 selbst auf Juni fiel, das Minimum im December oder Januar eintrat, so fielen die Extreme der Bodentemperatur beziehungsweise auf Ende August und Ende Februar.

5) Im Frühling ist die Bodentemperatur von der der Luft wenig verschieden, sie ist im Sommer niedriger, im Winter und Herbst höher als diese.

Die übrigen Erörterungen beziehen sich auf die Verbreitungsweise zu der Wärme im Boden in den verschiedenen Jahreszeiten, und enthalten übrigens nichts, was hierüber nicht schon bekannt wäre. *Ku.*

V. Legrip. Anomalie de température à Chambon et dans l'Europa entière. Cosmos XIII. 701-701†.

Vom 31. October bis zum 12. November 1858 fand zu Chambon bei NNO- und ONO-Winden eine so bedeutende Temperaturerniedrigung statt (die bis zu —11° C. kam), wie sie während der gleichen Epoche in früheren Jahren noch nicht beobachtet worden war. Die Pariser meteorologischen Bulletins vom 6. bis 12. November liefsen für keine darin verzeichneten Puncte die genannte Erscheinung erkennen. *Ku.*

Harrison. Nouvelles preuves de l'influence de la lune sur la température terrestre. Cosmos XIII. 590-592†; Athen. 1858. p. 457-457; Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 36-36.

Als begründete Thatsachen hält Hr. Harrison, dafs vor dem ersten Viertel die Temperatur viel niederer, als am zweiten Tage nach dem Eintritte dieser Mondsphase sei, dafs diese Aenderungen weit merkbarer in den Wintermonaten und im Monate Mai seien, und dafs überhaupt diese Einwirkungen des Monates unleugbar, und am meisten hervortretend seien, wenn man die Zeiten des Neumondes und des Vollmondes mit einander vergleicht. Die vom Verfasser an den Beobachtungen von Dublin und Greenwich angestellten Untersuchungen lassen ihn auch bestimmte Resultate hierüber erkennen. Die vom Verfasser zur Erklärung

dieser hypothetischen erwärmenden Einwirkung des Mondes adoptirte Ansicht ist die von J. Herschel schon vor geraumer Zeit ausgesprochene Vermuthung, vermöge welcher der Mond auf die obersten Luftschichten in der Atmosphäre etwa in der Art Einfluſs haben könne, daſs hierdurch eine Auflösung der Wolken zu Stande kommen könne. — Detaillirte Angaben aus der Denkschrift des Hrn. Harrison, welche die genannten Resultate erkennen lassen sollen, enthält die vorliegende Quelle nicht. *Ku.*

E. Plantamour. De la température à Gèneve d'après vingt années d'observations (1836 à 1855). Mém. d. l. Soc. d. phys. et d'hist. natur d. Genève XIV. 289-330†.

Diese Abhandlung ist uns nur aus einer früheren Anzeige (Berl. Ber. 1856. p. 649) bekannt, da sie den Genfer Memoiren vom Jahre 1858 erst einverleibt wurde. Sie enthält alle jene Materialien, welche zu kennen nöthig sind, um die aus den 20-jährigen Temperaturbeobachtungen zu Genf aufgesuchten Resultate bezüglich ihrer Genauigkeit beurtheilen zu können, und stellt genau die Wege dar, welche zu diesen Resultaten geführt haben.

Die unmittelbaren Beobachtungen zu festen Stunden werden vor allem benutzt, um den täglichen Gang der Temperatur zu allen Zeiten des Jahres zu bestimmen. Aus den hierfür gefundenen Resultaten heben wir die nachstehenden Ausdrücke, welche den Gang der Temperatur zu Genf von Stunde zu Stunde (vom Mittag an gerechnet) angeben, hervor, und wobei die Centesimalskala zu Grunde gelegt ist:

Winter $t = +0{,}47^{\circ} + 1{,}53 \sin(\mu + 40{,}8) + 0{,}59 \sin(2\mu + 41{,}6) + 0{,}14 \sin(3\mu + 65{,}2)$

Frühling $t = 8{,}13^{\circ} + 3{,}49 \sin(\mu + 47{,}0) + 0{,}42 \sin(2\mu + 99{,}7) + 0{,}16 \sin(3\mu + 256{,}0)$

Sommer $t = 17{,}31^{\circ} + 4{,}42 \sin(\mu + 51{,}2) + 0{,}33 \sin(2\mu + 142{,}4) + 0{,}30 \sin(3\mu + 262{,}4)$

Herbst $t = 9{,}38^{\circ} + 2{,}80 \sin(\mu + 47{,}6) + 0{,}53 \sin(2\mu + 71{,}2) + 0{,}07 \sin(3\mu + 243{,}4)$

Jahr $t = 8{,}86^{\circ} + 3{,}06 \sin(\mu + 47{,}7) + 0{,}38 \sin(2\mu + 81{,}0) + 0{,}10 \sin(3\mu + 258{,}7)$.

Die aus diesen Ausdrücken berechneten Eintrittszeiten der Extreme, welche Hr. PLANTAMOUR für jeden Monat in der vorliegenden Quelle aufser den durch die zugehörigen Interpolationsformeln für jede Stunde des Tages eintretenden normalen Temperaturen berechnet hat, sind nun folgende:

	Maximum der Temperatur. Eintrittszeit	Maximum der Temperatur. t	Minimum der Temperatur. Eintrittszeit	Minimum der Temperatur. t	Grösse der Periode des Fallens	Grösse der Periode des Steigens	Amplitude der täglichen Variation
Winter .	1^h 54' Abds.	2,04° R.	6^h 24' Mgs.	—0,83° R.	16^h 30'	7^h 30'	2,87° R.
Frühling	2 28 -	9,34	3 50 -	+3,48	13 22	10 38	5,85
Sommer.	2 52 -	17,30	3 20 -	9,95	12 28	11 32	7,35
Herbst .	2 5 -	9,98	4 17 -	5,22	14 12	9 48	4,76
Jahr. . .	2 21 -	9,67	3 51 -	4,57	13 30	11 30	5,10

Aus den für den jährlichen Gang der Wärme zu Genf vom Verfasser vorgenommenen verschiedenartigen Bestimmungen folgen unter Anderem die nachstehenden Monatstemperaturen in RÉAUMUR-Graden:

Januar	— 0,224°	Juli	14,368°	Jahr: 7,088°
Februar	+ 0,968	August	13,848	
März	+ 3,088	September	11,128	
April	6,520	October	7,600	
Mai	9,904	November	3,860	
Juni	13,296	December	0,632	

Ku.

H. HENNESSY. On the distribution of heat over Islands, and espicially over the British Isles. Phil. Mag. (4) XVI. 241-257†.

Hier behandelt der Verfasser in ausgedehnter Weise — unter Zugrundelegung einer Temperaturtafel für Grofsbrittannien, — wie sich der Einflufs des Golfstromes auf die Temperatur der Küstenlande herausstelle, wenn man alle übrigen Umstände, von welchen die klimatische Temperatur abhängig ist, in Rücksicht bringt. *Ku.*

Hennessy. Sur le réchauffement de l'atmosphère par son contact avec la surface de la terre. Inst. 1858. p. 362-363†; Rep. of Brit. Assoc. 1858. p. 36-37.

Aus den in unserer vorliegenden Quelle enthaltenen Bemerkungen geht hervor, dafs Hr. Hennessy an heiteren Tagen bei klarem Himmel mittelst Thermometerbeobachtungen in verschiedenen Höhen einer Localität und unter abweichenden Untersuchungen über vertical aufsteigende Luftströme vorgenommen habe, und dafs hierbei die Thermometer mit geschwärzten Kugeln sich empfindlicher zeigten, als die gewöhnlichen Instrumente. Resultate dieser Untersuchungen aber liegen hier keine vor. *Ku.*

L. W. Meech. On the relative intensity of the heat and light of the sun upon different latitudes of the earth. Smithson. Contrib. IX. 1. p. 1-58†; (Berl. Ber. 1857. p. 490-491).

Indem das, was in Section I. und II. dieser umfangreichen Abhandlung enthalten ist, keine wesentlich neuen Principien aufstellt, auch auf keine Resultate führt, die nicht schon im Wesentlichen bekannt wären, so wenden wir uns sogleich zu den Sectionen III. und IV., in welchen die tägliche und stündliche Wirkung der Sonnenstrahlen gegen irgend einen Punct der Erdoberfläche zur Entwickelung kommt. Der vom Verfasser hier eingeschlagene Weg besteht beiläufig in Folgendem:

Bedeutet L die geographische Breite eines Ortes, D die Declination der Sonne, Δ den halben scheinbaren Durchmesser der Sonne, A die Höhe der Sonne über dem Horizonte H den Stundenwinkel (vom Mittag an gerechnet), so beträgt nach Hrn. Meech die von irgend einer Stelle in jedem Augenblicke aufgefangene Erwärmung: $\Delta^2 \sin A$; folglich hat man aus bekannten Gründen:

$$\Delta^2 \sin A dH = \Delta^2 \sin L \sin D dH + \Delta^2 \cos L \cos D \cos H dH.$$

Integrirt man diesen Ausdruck zwischen den Grenzen O und H, und berücksichtiget, dafs

$$\cos L \cos D = -\frac{\sin L \sin D}{\cos H}$$

is, so wird

$$u = \int_0^H \Delta^2 \sin A dH = K\Delta^2 \sin L \sin D [H - \tan H]$$

die gesuchte Erwärmungsintensität.

Zur Bestimmung von K, setzt der Verfasser $D = L = O$, und nimmt mit Brewster an, dafs zur Zeit der Aequinoctien unter dem Aequator die mittlere Temperatur 81,5° F = 27,5° C sei [1]. So erhält derselbe

$$K = \frac{81,5}{(965)^2}, \text{ und } \log K = 0,94210 - 5.$$

Mittelst des Ausdruckes

$$u = [\text{num. log, vulg. } (0,94210 - 5)]\ \Delta^2 \sin L \sin D [\tan H \pm H],$$

wird dann die mittlere Temperatur unter allen Breiten von 0° bis 90° (von 10 zu 10°) für die nördliche Hemisphäre bearbeitet, indem man zu dem Ende H gleich dem halben Tagbogen annimmt, und für jeden Monat den Anfang, die Mitte und das Ende auswählt.

Von allen so berechneten Zahlen ist im Nachstehenden eine Tabelle ausgezogen worden, welche die Temperatur in $R°$ ausdrückt:

[1] Dieses Resultat ist das aus v. Humboldt's Untersuchungen (Essai politique sur l'Isles de Cuba 1826. II. 79) hervorgegangene, während Brewster mittelst der Beobachtungen von Singapore, Prinz-Wallis-Insel und Malacca unter gehöriger Reduction 26,34° C. und mittelst Ceylon, Batavia, Havaii und die Halbinsel Malay 26,85° C. erhielt (Edinb. J. of science XV. 60 in Muncke's phys. Wörterb. IX. 502). Ku.

	0° Breite	10° Breite	20° Breite	30° Breite	40° Breite	50° Breite	60° Breite	70° Breite	80° Breite	90° Breite
Januar 1 . . .	20,2	15,7	10,6	4,8*	— 0,9*	— 7,0*	—12,0	—	—	—
- 16 . . .	20,7	16,4	11,7	5,9	0,3	— 5,7	—11,0	—	—	-
Februar 15 . . .	21,8	19,0	15,6	10,5	5,8	— 0,0	— 5,8	—11,4	—	—
März 17 . . .	22,2*	21,4	19,6	18,5	12,9	8,1	2,3	— 2,9	— 9,1	—
April 16 . . .	20,9*	22,1*	22,2	21,1	19,1	16,3	12,9	8,6	5,3	5,6
Mai 16 . . .	19,0	21,7	23,4	24,3	23,9	22,8	21,2	19,9	21,4	22,0
Juni 15 . . .	17,8*	21,2	23,6*	25,1*	25,8*	25,7*	25,2*	26,5*	28,5*	29,1
Juli 16 . . .	18,2	21,1*	23,4	24,7	24,7	24,3	23,2	23,2	25,0	25,6
August 15 . . .	19,9	21,7*	22,5	22,4	21,2	19,0	16,1	12,9	12,1	12,5
September 14 . . .	21,2	21,2	20,2	18,1	14,9	11,9	6,6	1,1	— 4,5	— 7,7
October 14 . . .	21,7*	19,7	16,8	12,9	8,1	2,8	— 2,8	— 8,6	—13,8*	—
November 13 . . .	20,8	17,2	12,8	7,9	2,3	— 3,7	— 9,3	—13,8*	—	—
December 13 . . .	20,0*	15,5*	10,4*	4,9	— 0,8	— 7,0	—12,1*	—	—	—

(Die mit * bezeichneten Zahlen stellen die Temperaturextreme während des Jahres vor.)

Der Verfasser vergleicht nun die von ihm entworfene Tafel der Monatsisothermen mit den für Calcutta (22° 33′ nördl. Breite), New-Orleans (29° 57′ nördl. Breite), Philadelphia (39° 57 Breite), London (51° 31′ Breite), Stockholm (59° 20′ Breite) erhaltenen Temperaturcurven (welche letzteren nebst mehreren der normalen Isothermen graphisch von ihm dargestellt wurden) und macht hierbei, wie dies auch oben vorher geschehen war, auf die Umstände aufmerksam, welche die Verschiedenheiten der berechneten und beobachteten Werthe herbeiführen.

Zur Berechnung der täglichen Aenderungen der (Tages-) Temperatur unter verschiedenen Breiten benutzt Hr. Meech den Ausdruck

$$R = \frac{u}{2H} = \tfrac{1}{2}\,[\text{num. log}\,(0{,}94210-5)]\,\Delta^2 \sin L \sin D\left[\frac{\operatorname{tg} H}{H} \pm 1\right],$$

und vergleicht noch einzelne der hieraus erhaltenen Curven mit den für genannte Orte erhaltenen Werthen.

Bei der Entwickelung des Ausdruckes für die Jahresisothermen unter verschiedenen Breiten der nördlichen Erdhälfte schlägt Hr. Meech einen Weg ein, wie ein solcher von Euler (Comm. Ac. Pet. 1739. IX) angegeben und im Astronomical-Journal (Cambridge, Vol. II. 121) weiter durchgeführt worden ist. Diese Untersuchungen führen den Verfasser unter Anderem auf die folgenden Resultate über die Verbreitung der Wärme von Norden gegen Süden hin:

	Zahl der Wärmetage im Mittel.	Mittlere Temperatur.
Innerhalb der Polarzonen . . .	166,04	2,25°
- - gemäfsigten Zone	276,38	13,19
- - heifsen Zone . .	356,24	21,11
Für die ganze Erdoberfläche .	299,05	15,44

Ku.

Fernere Literatur.

H. W. Dove. Ueber die nicht periodischen Veränderungen der Temperaturvertheilung auf der Oberfläche der Erde. Sechste Abhandlung. Abh. d. Berl. Ak. 1858. p. 113-428.

B. Temperatur und Vegetation.

F. Burckhardt. Ueber die Bestimmung des Vegetationsnullpunktes. Verh. d. naturf. Ges. in Basel II. 47-62†.

Die Beobachtungen, mit welchen der Verfasser seine Darlegungen einleitet, beziehen sich auf die bekannten Fragen über den Zusammenhang der einzelnen Vegetationsphasen einer Pflanze mit den Umständen, unter welchen ihre Entwicklung stattfindet, und beschäftigen sich vorzugsweise mit den bestehenden Ansich-

ten über die Existenz eines Vegetationsnullpunktes. Als neu werden hier die Resultate einiger Reihen von Versuchen vorgelegt, welche die Bestimmung haben, über die Wärmemenge Aufschlufs zu geben, welche eine gewisse Pflanze zum Keimen nöthig hat. Unter dieser Menge versteht der Verfasser die Summe der täglichen Temperaturen (mittlere Tagestemperaturen) von der Aussaat bis zum deutlichen Hervorbrechen der Cotyledonen.

Bezüglich des Einflusses der Feuchtigkeit, der vor allem zur Erwähnung kömmt, hat der Verfasser an dem Keimen von Saamen der Lepidium sativum, die in Töpfe eingelegt worden waren, bemerkt, dafs, wenn überhaupt eine genügende Menge Feuchtigkeit vorhanden ist, ein höherer oder geringerer Grad derselben bei der in Untersuchung genommenen Pflanze als ganz gleichgültig erschien.

Für die Untersuchung des Einflusses der Wärme auf das Keimen hält er es für nöthig, eine Pflanze zu wählen, welche leicht keimt und wächst, in verschiedenen Bodenarten gedeiht, die verschiedenen Vegetationsphasen rasch durchläuft etc. Es werden daher hierfür zwei Pflanzen benutzt, die jenen Anforderungen am nächsten kommen, und zwar die Gartenkresse (Lepidium sativum) und der Lein (Linum usitatissimum), welche im Zimmer ausgesäet und bei verschiedenen Temperaturen beobachtet worden waren. Aus den hierüber angestellten Beobachtungen schliefst Hr. Burckhardt, dafs der Vegetationsnullpunct für Lepidium zu 3,5° C., der des Linum zu 4° C. mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden dürfe, und dafs überhaupt für diese und noch andere Pflanzen, die er untersuchte, ein solcher Nullpunct angenommen werden dürfe.

In vier weiteren Darlegungen zeigt der Verfasser, dafs das Keimen in Folge des Eintretens sehr niederer Temperatur zwar aufgehalten, aber eine andere Wirkung dabei nicht hervorgebracht werde, und dafs ferner dieser Entwickelungszustand beide von ihm untersuchten Pflanzen bei hohen Temperaturen noch stattfand, wenn diese eine gewisse — noch weit unterhalb des Siedepunctes des Wassers liegende — Grenze nicht erreichten.

Ku.

E. de Selys-Longchamps. État de la végétation au 21 octobre 1857. Bull. d. Brux. 1858. 1. p. 3-3†; Inst. 1858. p. 208-208*.

In dem bezüglich der grofsen Trockenheit und der hohen Temperatur sich auszeichnenden Jahre 1857 beobachtete man zu Lüttich und Waremme, dafs am 21. October das Verhältnifs der noch vollkommen belaubten Zahl von Bäumen zu der mit drei Viertel der Belaubung versehenen durch 14 : 15 ausgedrückt werden konnte, während im Jahr 1855 dieses Verhältnifs 26 : 27 war. *Ku.*

C. Meteorologische Apparate.

J. J. Pohl. Ueber den Gebrauch des Thermohypsometers zu chemischen und physikalischen Untersuchungen. Wien. Ber. XXVI. 229-240. (Mit 1 Figurentafel.)

Hr. Pohl hat hier einen sehr interessanten Aufsatz über den Gebrauch des Thermohypsometers, über ein Instrument nämlich, geliefert, das allerdings eine gröfsere Beachtung sowohl für Höhenmessungen, als auch bei naturwissenschaftlichen Unternehmungen finden dürfte, als dies unseres Wissens der Fall ist. Die Vorzüge, welche der Verfasser diesem Instrumente dem Barometer gegenüber aufzählt, nämlich: verhältnifsmäfsig geringe Anschaffungskosten, Compendiosität des Apparates und einfache Aufstellungsweise, grofse Bequemlichkeit in der Ablesung, grofse Empfindlichkeit etc., bedeutende Schärfe und Sicherheit der Ablesungen, Unabhängigkeit von Temperatureinflüssen und raschere Reduction der erhaltenen Ablesungen, können wir jedoch nur für Fälle anerkennen, in welchen das Instrument für wissenschaftliche Untersuchungen im Laboratorium benutzt wird, während dieselben zum Theil in Frage gestellt werden dürften, wenn es sich darum handelt, genaue Höhenmessungen unter alleiniger Anwendung eines solchen Hypsometers vorzunehmen.

Uebrigens bemerkt Hr. Pohl, dafs wenn die von ihm angegebenen Vortheile erzielt werden sollen, die Erfüllung gewisser Bedingungen auch nothwendig sei, welche theils das Princip, theils die Einrichtung des Thermohypsometers betreffen.

In Beziehung auf den ersten Punct hat es der Verfasser —

unter Erläuterung der Gründe hierfür — für nöthig erachtet, eine neue Tafel der Spannkräfte des Wasserdampfes von 93 bis 101° C. zu construiren, die keine gröfseren Intervalle als 0,1° enthält, und wobei die Angaben von Moritz (Berl. Ber. 1854. p. 386) benutzt, so wie alle hierüber von Regnault erschienenen Arbeiten berücksichtiget wurden. Diese Tafel theilen wir im Folgenden — unter Hinweglassung der Spalten, welche die Differenzen enthalten — vollständig mit:

Temperatur	Spannkraft in Millimetern	Temperatur	Spannkraft in Millimetern	Temperatur	Spannkraft in Millimetern
93,0° C.	588,333	95,7° C.	650,242	98,4° C.	717,488
1	590,535	8	652,635	5	720,086
2	592,744	9	655,035	6	722,692
3	594,959	96,0	657,443	7	725,305
4	597,182	1	659,859	8	727,926
5	599,411	2	662,282	9	730,555
6	601,647	3	664,712	99,0	733,191
7	603,891	4	667,150	1	735,836
8	606,141	5	669,595	2	738,489
9	608,398	6	672,047	3	741,150
94,0	610,661	7	674,507	4	743,819
1	612,932	8	676,974	5	746,496
2	615,211	9	679,449	6	749,181
3	617,497	97,0	681,931	7	751,874
4	619,789	1	684,421	8	754,575
5	622,088	2	686,919	9	757,283
6	624,395	3	689,425	100,0	760,000
7	626,709	4	691,938	1	762,725
8	629,030	5	694,458	2	765,459
9	631,357	6	696,986	3	768,201
95,0	633,692	7	699,522	4	770,951
1	636,035	8	702,065	5	773,709
2	638,385	9	704,616	6	776,475
3	640,742	98,0	707,174	7	779,249
4	643,106	1	709,741	8	782,031
5	645,477	2	712,316	9	784,822
6	647,856	3	714,898	101,0	787,621

Bezüglich der Einrichtung des Thermohypsometers hat Herr Pohl an dem von ihm benutzten Instrumente Anordnungen getroffen, wie sie bei den vollkommneren Instrumenten dieser Art vorkommen müssen und in neuerer Zeit auch wirklich — bald mit dieser oder jener kleinen Abänderung — angewendet werden. Die von Hrn. Pohl hierüber gemachten Angaben, so wie die mit Abbildungen begleitete Beschreibung des von ihm benutzten Instrumentes sind als werthvolle Beigaben zu dem vorliegenden Aufsatze anzusehen. *Ku.*

J. Schmidt. Ueber Metallbarometer. Verh. d. Presb. Ver. 1858. p. 13-14†.

Hr. Schmidt hat umfassende Untersuchungen über Metallbarometer gemacht, und die hierdurch erlangten Resultate in einer eigenen Schrift, wo die Art und Weise der Untersuchung, sowie die bei der Anwendung einiger Exemplare des Bourdon'schen Aneroidbarometers für Höhenmessungen gewonnenen Erfahrungen niedergelegt sind, veröffentlicht[1]). Im Vorliegenden hat Hr. Schmidt einige Resultate jener Untersuchungen und Erfahrungen kurz mitgetheilt, die beiläufig im Folgenden bestehen:

1) Jedes Metallbarometer wird stark von der Temperatur afficirt; die Anbringung eines Thermometers in demselben sei daher nothwendig, wenn das Aneroid brauchbar sein soll.

2) Die Temperaturcurve müsse aus zahlreichen Beobachtungen zwischen 36° und wenigstens — 10° ermittelt werden, indem gleichzeitig ein gewöhnliches Barometer abgelesen wird.

3) Jedes Aneroid sei unter der Luftpumpe zu prüfen, „um zu erkennen, wie es Schritt hält mit einem gleichzeitig im Recipienten befindlichen Quecksilberthermometer. Diese Versuche müssen bei verändertem wie bei vermehrtem Luftdrucke im Recipienten wiederholt werden, um die vollständige Curve des Ane-

[1]) Untersuchungen über die Leistungen der Bourdon'schen Metallbarometer mit Hinweisung auf den Nutzen dieser Instrumente für die Marine, von J. F. J. Schmidt. Mit 3 Tafeln. Wien und Olmütz 1858.

roidganges und seiner Gleichung bei jedem wahren Stande des Quecksilbers zu erkennen".

4) „Weil namentlich die erst neu angefertigten Aneroide in Ruhe unter der Luftpumpe etwas andere Correctionen ergeben, als in Bewegung während (der Besteigung) einer Bergeshöhe, also unter der natürlichen Wirkung der Variationen des Luftdruckes, so darf man die unter dem Recipienten ermittelte Correction nur als eine provisorische ansehen, und die definitive erst auf einer Berghöhe bestimmen, auf welcher gleichzeitig das gewöhnliche Barometer abgelesen wird."

(Hr. SCHMIDT hält die neuen Metallbarometer von BOURDON ET RICHARD für die empfehlenswertheren; es giebt zwei Sorten, eine kleinere, auch von ihm benutzte, im Preise von 25 Gulden C. M., und eine gröfsere von 7½ Zoll Durchmesser zu etwa 50 Gulden.) *Ku.*

J. G. MACVICAR. Notice of another new maximum and minimum mercurial thermometer. J. of chem. Soc. XI. 106-107†; Z. S. f. Naturw. XII. 318-318; Inst. 1858. p. 259-260.

Die Abänderung des früher erwähnten MACVICAR'schen Extremthermometers (Berl. Ber. 1857. p. 500) besteht darin, dafs über der Quecksilbersäule keine Naphthaschichte angebracht ist, und als oberer Index die Marke aus Email benutzt wird. *Ku.*

WALFERDIN. Nouveau thermomètre métastatique à maximum. C. R. XL. 737-738†.

Hr. WALFERDIN hat eine Verbesserung dieser Instrumente über welche wir früher ausführlich berichtet haben (Berl. Ber. 1854. p. 673) vorgenommen, die an einem der französischen Academie vorgelegten Exemplare angebracht ist, und worüber kurze Andeutungen in dem vorliegenden Aufsatze gemacht werden.

Ku.

W. S. Moorsom. On the practical use of the aneroid barometer as an orometer. Proc. of Roy. Soc. IX. 143-144†; Phil. Mag. (4) XVI. 304-305*.

Der vorliegende Aufsatz erscheint bloſs als Bericht einer gröſseren Abhandlung, in welcher die mittelst eines Aneroides (verfertigt von Elliott) bei gröſseren Nivellirarbeiten auf Ceylon im Jahre 1857 erlangten Resultate niedergelegt sich finden. Der Verfasser bemerkt, daſs das Exemplar, welches ihm zu Gebote stand, zwar nicht mit groſser Genauigkeit graduirt war, aber dennoch stimmten die damit vorgenommenen Messungen unter Benutzung der dem Instrumente beigegebenen Gebrauchstabelle mit den direct auf gleichen Strecken zur Controle vorgenommenen Nivellirarbeiten befriedigend überein. — Die Hauptschwierigkeiten, welche dem Gebrauche sich entgegenstellen, bestehen, wie Hr. Moorsom erwähnt, in den verschiedenartigen Temperatureinflüssen, und diese lassen sich durch bloſses Anbringen eines Quecksilberthermometers und gleichzeitiges Ablesen der Temperatur mit den zugehörigen Barometerangaben unmöglich in gehöriger Weise in Rechnung bringen. Bei einem brauchbaren Instrumente müssen — wenn auch die durch den Mechanismus des Apparates herbeigeführten Schwierigkeiten sich nicht beseitigen lassen — wenigstens die Temperatureinflüsse schon durch die Anfertigungsweise desselben möglichst compensirt werden. Hr. Moorsom sagt, daſs durch Einführung einer kleinen Quantität Luft in die Barometerröhre (diaphragm-box), anstatt dieselbe luftleer zu machen, die Compensation bei der Büchse vorgenommen werden könne, und daſs unter Anwendung von Stahl und Messing als Verbindungsmittel zwischen der Röhre und dem Index die Wärmeeinflüsse an dem Gehäuse etc. des Instrumentes aufgehoben werden können. Ein auf diese Weise eingerichtetes Instrument müsse alsdann mit Hülfe eines Standardthermometers graduirt werden. *Ku.*

T. Hopkins. Om improvement in meteorological registration. Mem. of Manch. Soc. (2) XV. 75-91†.

Diese umfangreiche Abhandlung ist einer — weitläufigen — Betrachtung des täglichen Ganges des Barometers gewidmet. Zuerst erörtert Hr. Hopkins die Untersuchungsmethoden, wie sie an den meteorologischen Observationen vorgenommen werden, um mittelst der stündlichen Beobachtungen des Luftdruckes, der Angaben des Thermopsychrometers und zuweilen noch der des Condensationshygrometers den Zusammenhang von Luftdruck, Spannkraft des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes und Temperatur zu bestimmen, und giebt an, welchen Einfluſs Temperaturänderungen und Aenderungen im Dampfdrucke auf den Druck der Atmosphäre haben können. In seinen weiteren Betrachtungen aber zeigt er, wie oft diese beiden Elemente scheinbar unveränderlich geblieben sein können, und dennoch ein Steigen oder Fallen des Barometerstandes eintreten könne. Diese beiden Einwirkungen können daher unmöglich als die einzigen maaſsgebenden Ursachen angesehen werden, um die Veränderungen im atmosphärischen Drucke, wie sie wahrzunehmen sind, erklären zu können. Es müsse hier noch die Kraft wirksam sein, die unmittelbaren Beobachtung entgeht, und es könne dabei nur an die von der Sonne auf die Atmosphäre ausgeübte Gravitation gedacht werden, da die bisherigen Untersuchungen, welche bloſs die Veränderungen der Temperatur, sowie die des Wassergehaltes der Luft in der Nähe der Erde als entscheidende Elemente betrachteten, auf keine ausreichenden Resultate geführt haben.

Nun betrachtet der Verfasser bloſs den täglichen Gang der meteorologischen Instrumente, erörtert die gegenseitige Abhängigkeit der letzteren im Allgemeinen, sucht das Ungenügende der bisherigen Aufzeichnungsmethoden — bei denen stillschweigend immer eine und dieselbe Hypothese als leitende Grundlage benutzt werde — nachzuweisen, und stellt dann in einer Tabelle den täglichen Gang der meteorologischen Instrumente zu Toronto für alle Stunden von 4 Uhr Morgens bis 10 Uhr Abends so zusammen, daſs man den Stand des Barometers, des trockenen und nassen Thermometers, die Gröſse des Dampfdruckes der Luft,

die Differenz aus Atmosphären- und Dampfdruck, sowie die psychrometrische Differenz einer jeden der genannten Tagesstunden zu übersehen im Stande ist. Die Resultate dieser Tabelle werden nun näher untersucht, und es weist dann Hr. Hopkins nach, daſs nicht bloſs das gewöhnliche Verfahren, nach welchem der Druck der trockenen Atmosphäre durch die Differenz aus dem beobachteten Barometerstande und dem zugehörigen Dampfdruck erhalten werden soll, durchaus unstichhaltig sei, sondern daſs selbst der Einfluſs, dem man den Dampf- (s. g. Dunst-) Drucke zuschreiben will, zu nicht geringen Widersprüchen führen müsse. In Bezug auf jenen Umstand bemerkt der Verfasser unter Anderem, daſs durch den mittelst des Psychrometers oder mittelst des Thaupunkthygrometers für die unteren Luftschichten ermittelten Dampfdruck nicht zugleich auch der Druck und das Gewicht des in der Atmosphäre noch in Nebel- und Wasserform schwebenden Wassers angegeben werde, während doch nicht bloſs jede Wolke, sondern sogar jedes Nebelbläschen einen Druck verursache, der in dem durch den Barometerstand angegebenen Gesammtdrucke so lange enthalten sei, bis das atmosphärische Wasser als Regen etc. auf der Erde angelangt ist. Die Unsicherheiten bezüglich der Einwirkungsweise des Dampfdruckes auf den Gesammtdruck aber weist der Verfasser durch Zahlen nach, wie sie aus den Beobachtungsresultaten Toronto's hervorgehen, und zeigt hier, daſs nicht bloſs das Steigen des Barometerstandes von 4 Uhr bis gegen 10 Uhr Morgens durch eine statthabende Erhöhung des Dampfdruckes ungenügend erklärt werden könne, sondern daſs die Abnahme des Luftdruckes von 10 Uhr Morgens bis gegen 5 Uhr Abends mit den Einwirkungen des Dampfdrucks sogar in Widerspruch stehe. Dieses Fallen, sowie alle Aenderungen im Luftdrucke müssen durch eine Verringerung oder überhaupt eine Aenderung des Gewichtes der Atmosphäre herbeigeführt werden, deren Ursache bis jetzt noch nicht bekannt sei. Diese Betrachtungen führt nun der Verfasser weiter durch, indem er die erwärmende Einwirkung der Sonnenstrahlen zu verschiedenen Zeiten an einem und demselben Orte, sowie die Folgen jener Einwirkungen auf festes Land in trockenen und feuchten Gegenden zur Erörterung bringt.

In seinen Schlufsbetrachtungen zeigt Hr. Hopkins dann an, dafs er zur Erforschung der Ursache der täglichen Variationen des Barometerstandes es für nöthig halte, aufser den gewöhnlichen Aufzeichnungen in den meteorologischen Observationen noch die unmittelbaren Angaben des Psychrometers, sowie die psychrometrische Differenz in Temperaturgraden ausgedrückt, beizubehalten. Diese psychrometrischen Differenzen sollen dann für alle Stunden des Tages graphisch dargestellt werden, damit man die barometrische Curve mit dieser sogenannten Evaporationscurve zu vergleichen im Stande sei. Man könne sich überzeugen, dafs jene Differenzen die Intensität der Kraft ausdrücken, mittelst welcher der Dampf bei verschiedener Temperatur in die Höhe geführt werde, und würde so eine klarere Vorstellung von dem Fallen des Barometerstandes in den Mittagsstunden, sowie überhaupt mehr Licht über die Entstehungsursache der in der Luft vorkommenden Bewegungen erhalten, als durch die gewöhnlichen Registrirungsmethoden; denn diese gäben mittelst Bestimmung des Dampfdruckes blofs das Quantum Wasserdampf an, welches in den unteren Schichten der Atmosphäre zurückbleibt, während die psychrometrischen Differenzen über andere Umstände Aufschlufs zu geben vermögen, die auf die Aenderungen des atmosphärischen Druckes den Haupteinflufs ausüben sollen.

Ku.

C. Blondeau. Note sur un nouveau système de baromètre. C. R. XLVI. 939-941†; Dingler J. CXLIX. 17-19†.

Auf ein von Arago in seiner „Astronomie populaire" angegebenes Princip gründet Hr. Blondeau die Einrichtung seines Heberbarometers — einem Doppelrohre, von dem beide Schenkel offen, der eine aber durch einen Hahn verschliefsbar ist — dadurch, dafs er ein Luftvolum bei dem zu messenden Drucke bestimmt, und dann dieses Luftquantum auf das Doppelte seines vorigen Volumens bringt. Die Höhendifferenz der beiden Quecksilbersäulen im Barometer soll dann unmittelbar die Gröfse des halben Druckes der Atmosphäre angeben, den man zu dem betreffenden Zeitpunkte messen will. *Ku.*

---

de Celles. Nouveau baromètre à mercure. C. R. XLVII. 543-544†.

Dieses Barometer, das sich durch grofse Empfindlichkeit, durch sein constantes Niveau (ist also ein Gefäfsbarometer) und durch einen Minimumindex von den gewöhnlichen Barometern unterscheiden soll, hat nach Angabe des Verfassers die Gestalt einer Equerre. Es geht nämlich das Gefäfs in eine horizontale 4 bis 5 Millimeter weite Röhre aus, deren Länge sich nach der Empfindlichkeit des Instrumentes richtet, und die zur Verbindung des Barometerrohres mit dem Gefäfse dient. Ein in der horizontalen Röhre angebrachter eiserner Indexcylinder soll bei Verringerung des Luftdruckes von links gegen rechts, bei Erhöhung des Luftdruckes nicht mehr nach entgegengesetzter Seite zurücktreten, und so soll, wie Hr. de Celles sagt, dieses Barometer zu Registrirung des niedersten Barometerstandes dienen können. — Das Zurückführen des Index in seine normale Lage geschieht mit Hülfe eines Magneten. *Ku.*

C. Décharmes. Baromètre à maxima et minima. C. R. XLVII. 655-656†, 829-829†.

Die von de Celles vorgenommene Construction eines Minimumbarometers hält Hr. Décharmes für geeignet, ein und dasselbe Instrument zugleich als Maximum- sowohl, als auch als Minimumbarometer einzurichten, äufsert hier zwei verschiedene Ideen, nach welchen ein Barometer für genannten Zweck ausgeführt werden könne. *Ku.*

A. Pichot. Note sur la construction des tables hygrométriques. C. R. XLVI. 1052-1054†.

Dem Verfahren, welches Hr. Pichot hier beschreibt, um irgend ein gegebenes Haarhygroskop zu graduiren, und so in ein wirkliches Hygrometer zu verwandeln, liegt das folgende Princip zu Grunde:

Wenn man irgend ein Volumen Luft, das mit Dampf bei einer gegebenen Temperatur und unter bekanntem Drucke ge-

sättigt ist, nimmt, und diese abgeschlossene Luftmasse auf eine höhere Temperatur und einen anderen Druck bringt, und zwar so, dafs sich die Luft frei ausdehnen kann, ohne dafs eine Condensation des in ihr enthaltenen Dampfes eintreten kann, und bezeichnet aus der zu construirenden Skala den hygrometrischen Zustand, der diesen beiden Punkten entspricht, durch Marken; so wird man den Werth des neuen Feuchtigkeitszustandes durch den des ersten ausdrücken können; denn es wird der Quotient aus den den beiden Temperaturen entsprechenden gröfsten Spannkräften, multiplicirt mit dem umgekehrten Verhältnisse der zugehörigen Drucke den gesuchten Feuchtigkeitszustand angeben.

Ku.

Becquerel. Mémoire sur la mesure des températures audessous du sol et dans l'air à diverses hauteurs, au moyen d'appareils thermo-électriques. C. R. XLVI. 1183-1186† (Extrait).

A. Boutan. Note sur l'emploi des courants thermo-électriques pour la mesure des températures. C. R. XLVII. 74-76†.

Becquerel. Emploi des courantes électriques pour la mesure des températures: Remarques à l'occasion d'une Note récente de M. Boutan. C. R. XLVII. 173-175†.

Um die Schwierigkeiten, welche sich der genauen Untersuchung der Bodentemperatur in verschiedenen Tiefen unter der Erdoberfläche, dann der Beobachtung der Temperatur der Atmosphäre in verschiedenen Höhen über der Erdoberfläche unter Anwendung der bekannten Thermometer sich in der Praxis entgegenstellen, umgehen zu können, wendet Hr. Becquerel (der Aeltere) bei seinen Forschungen einen Apparat an, in welchem ein thermoelektrisches Element aus Eisen- und Kupferdraht (von mindestens 1 Millimeter Durchmesser und irgend einer Anzahl Metern Länge) dessen Enden mit den Enden des Multiplicators eines empfindlichen Galvanometers verbunden werden, den Hauptbestandtheil ausmacht, und wobei sowohl der Eisen- als auch der Kupferdraht mit einer Guttaperchaschichte bis gegen die Löthstelle und die beiden Enden hin umprefst ist, die Löth-

stelle aber in einer sehr kurzen mit Quecksilber gefüllten und sorgfältig verschlossenen Glasröhre sich befindet. Durch ein vom Verfasser angegebenes (ziemlich complicirtes) Verfahren kann man dann den Temperaturunterschied der beiden Drahtenden, die z. B. in einem Bohrloche sich befinden, messen. Das hierbei zur Anwendung kommende Princip besteht nämlich darin, dafs wenn ein thermoelektrischer Bogen aus einem einzigen Eisen-Kupfer-Element (und einem in demselben befindlichen sehr sensiblen Galvanometer mit kurzem Draht) an den beiden Löthstellen in gleichem Grade erwärmt wird, so dafs die Temperaturen während einiger Minuten constant und dieselben bleiben, so kann die Nadel des Rheometers keine Ablenkung erfahren. Sind aber die Temperaturen der beiden Löthstellen ungleich, so wird die Nadel abgelenkt, und man mufs die Temperatur jeder kälteren Löthstelle nunmehr so weit erhöhen, bis die Nadel wieder ihren normalen Stand annimmt. Im letzteren Falle werden also die Temperaturen beider Löthstellen wieder einander gleich sein müssen. War also die Temperatur der einen Löthstelle bekannt, so wird man die der anderen nunmehr finden können.

Hr. Boutan bemerkt gegen das von Becquerel angegebene Verfahren, dafs dieses nicht mit dem als identisch angesehen werden dürfe, welches dieser Physiker schon im Jahr 1835 für physiologische Untersuchungen anwendete, und dafs vielmehr das neue Verfahren von dem nicht verschieden sei, welches er (Hr. Boutan) zuerst im Jahr 1848 bei seinen Untersuchungen (Précis des travaux de l'Académie de Rouen, 1848, p. 46) benutzt habe.

Hr. Becquerel legt gegen dieses Ansinnen Verwahrung ein, und erörtert, dafs das von Boutan im Jahr 1848 angewendete Verfahren von ihm schon im Jahr 1836 bis 1837 (Ann. d. chim. IX.) angegeben und für die Temperaturmessungen wirklich benutzt worden sei. *Ku.*

D. Allgemeine Beobachtungen.

T. Maclear. Results from meteorological observations made at the Royal observatory, Cape of Good Hope, 1842-1856. Petermann Mitth. 1858. p. 42-43†; Z. S. f. Naturw. XI. 184-185*.

Der Zweck der vorliegenden Mittheilung besteht darin, die mittleren Resultate der in dem königl. Observatorium in der Nähe der Capstadt vom Januar 1842 bis Juni 1846 unter der Leitung des Colonel Wilmat stündlich — während Tag und Nacht — vom Juni 1846 an fünfmal täglich von Maclear angestellten Beobachtungen zur Veröffentlichung zu bringen. Diese sämmtlichen Mittel sollen nun im Folgenden ihren Platz finden.

Jährliche Mittel

	des Barometerstandes bei 32° F. in engl. Zollen.	der Temperatur in F.graden.	der Regenhöhen in engl. Zöllen.
1842	30,037	61,16	26,268
1843	30,044	60,56	24,821
1844	30,034	61,56	18,783
1845	30,058	60,45	20,913
1846	30,037	62,15	22,503
1847	30,037	61,09	22,378
1848	30,005	61,90	23,246
1849	30,029	61,78	24,615
1850	30,010	61,11	33,467
1851	30,024	62,35	20,305
1852	30,040	62,37	23,186
1853	30,050	62,13	21,219
1854	30,047	62,50	20,048
1855	30,050	62,78	24,571

Die vorstehenden für Luftdruck und Temperatur erhaltenen Werthe lassen erkennen, dafs die Störungen im regelmäfsigen Gange der Temperatur auf Capstadt unbeträchtlich sein müssen, da die beiden äufsersten Jahresmittel im Luftdrucke sich nur um 0,053 engl. Zoll = 0,597 Pariser Linien unterscheiden, um eine Gröfse, welche kaum das Zehnfache des mittleren Beobachtungsfehlers sein dürfte, während die Differenz aus der gröfsten und kleinsten beobachteten Jahrestemperatur 2,33° F. = 1,04° R. beträgt.

Die Monatsmittel der vorstehenden Elemente, wie sie der 14jährigen Periode (1842 bis 1855) angehören, folgen hier in den bei den vorliegenden Referaten angeführten Maafsen:

Monat.	Barometerstand bei 0° R.	Temperatur.	Regenhöhe.
Januar . .	337,010'''	16,34°	9,91'''
Februar . .	337,010	16,44	7,35
März . . .	337,427	15,24	9,53
April . . .	337,821	12,87	20,79
Mai . . .	338,564	11,56	40,27
Juni . . .	339,239	10,38	48,54
Juli . . .	339,589	11,14	32,89
August . .	339,442	10,32	37,42
September .	338,890	11,30	26,27
October .	338,361	12,92	11,42
November .	337,618	14,35	12,27
December .	337,258	15,83	5,81
Jahr . . .	338,186	13,22	21''10,47

Die vorstehenden Zahlen ergeben, ohne nähere Erörterung, eine ziemlich klare Uebersicht der klimatischen Verhältnisse der unter 33° 56' südlicher Breite liegenden Capstadt. Die dort herrschende Windrichtung ist meist südöstlich, westlich oder nordnordöstlich; die Südwestwinde sowie die Nordwestwinde sind von Niederschlägen begleitet. Der Häufigkeit und Stärke der auf dem Cap statt habenden Winde, sollen die günstigen klimatischen Verhältnisse daselbst zuzuschreiben sein. *Ku.*

E. Behm. Südafrika im Jahre 1858. Eine geographische Skizze der neu erforschten Regionen des Innern. Vornämlich nach Dr. Livingstone. III. Klimatologie. Petermann Mitth. 1858. p. 196-202†.

Ueber diese in sachgemäfser Weise bearbeitete Abhandlung einen ausreichenden Bericht zu erstatten, ist wohl nicht möglich, ohne in Weitläufigkeiten sich zu verlieren, die hier nicht gestattet werden können. Wir müssen uns vielmehr damit begnügen, durch einige Bemerkungen auf die vorliegende Arbeit aufmerk-

sam zu machen. Diese Skizze, durch welche die klimatischen Verhältnisse Südafrikas geschildert werden sollen, enthält zwar wenig neue Materialien, sie hat es vielmehr sich zur Aufgabe gemacht, alle bis jetzt zur Veröffentlichung gekommenen Beobachtungen gehörig zu verwenden; aber gerade die von dem Verfasser benutzte Methode scheint uns eine für die vorliegende Aufgabe nicht unzweckmäfsige zu sein. Was die zu Grunde gelegten Materialien betrifft, so hat Hr. Behm nicht blofs die von Livingstone ihm bekannt gewordenen Arbeiten[1]), sondern auch viele andere Werke für diesen Zweck durchgemustert[2]).

Von Südafrika sind nur aus wenigen Puncten vollständige, wenn auch nur einjährige regelmäfsige Beobachtungen bekannt. In der Capcolonie werden an zwei Orten zuverlässige Aufschreibungen vorgenommen, nämlich in dem Observatorium bei der Capstadt (s. den vorstehenden Bericht), dann zu Graham's Town unter Leitung des königl. Ingenieurdepartement, über welch letztere Beobachtungen jedoch noch keine Resultate veröffentlicht worden sind. Ebensowenig sind die auf den Leuchtthürmen zu Cap Recif und Cap l'Agulhas angestellten Barometer- und Thermometeraufzeichnungen publicirt worden. Aus dem ganzen weiten Gebiet zwischen Graf Reynet (unter 32° 11′ südl. Breite und 26° östl. von Greenwich) und dem Aequator ist nur ein Punkt, nämlich d'Urban, bekannt, an welchem mindestens einjährige Temperaturbeobachtungen, sowie Aufzeichnungen über die Quantität der Niederschläge etc. vorgenommen wurden. Der Verfasser vermuthet, dafs in den portugiesischen Besitzungen, namentlich in Canada, Tete und Quilimme, sowie in Zanzibar wenigstens in einzelnen Jahren regelmäfsige meteorologische Beobachtungen

[1]) In den Jahrgängen 1855 bis 1857 inclusive der geographischen Mittheilungen finden sich mehrere Arbeiten über Dr. Livingstone's Reisen veröffentlicht.

[2]) Ueber das Klima von St. D'Urban werden Daten erholt aus: W. C. Holden's History of the Colony of Natal. London 1855; Seventh annual report of the Natal agricultural and horticultural society. D'Urban 1856. — Für die übrigen der hier aufgeführten Punkte werden unter Anderen als Quellen citirt: Ber. d. rhein. Missionsgesellschaft 1850-1851; Andersson Reisen in Südwestafrika I.

angestellt worden sind, aber über ihre Veröffentlichung ist nichts bekannt. So war also Hr. Behm bei seiner vorliegenden Bearbeitung darauf angewiesen, sich vorzüglich auf die beiden Puncte der Capstadt und d'Urban als Grundlage zur Beurtheilung des allgemeinen klimatischen Charakters Südafrikas zu basiren, und neben den von diesen Orten bekannt gewordenen meteorologischen Verhältnissen noch die zerstreuten unregelmäfsigen Beobachtungen, die von Reisenden an verschiedenen Puncten und zu verschiedenen Zeiten während kurzer Zeitabschnitte angestellt wurden, zu benutzen.

Die von d'Urban (29° 47′ südl. Breite und 30° 45′ östl. v. Gr.) bekannt gewordenen Beobachtungen aus dem Jahre 1851 sind schon bei einer früheren Gelegenheit (Berl. Ber. 1855. p. 726) mitgetheilt worden, und wir fügen daher noch jene an, welche im Jahre $18\frac{55}{56}$ angestellt wurden, und die vom Verfasser bei seinen Besprechungen benutzt werden. Es sind dies die im Garten der „Agricultural and Horticultural Society" gemachten Aufzeichnungen über Regen und Wind, und zwar hat sich aus diesen folgendes ergeben:

Monat.		Regen-Höhe.		Regen-Tage.	Windrichtung. 9h M.	Windrichtung. 3h A.	Windrichtung. 9h A.
Juli	1855	9″	11,45‴	12	SW.	SW.	SW.
August	-	5	1,14	14	O.	O.	O.
September	-	12	9,32	11	O.	O.	SW.u.O.
October	-	27	7,35	10	SW.u.O.	O.	O.
November	-	0	7,35	1	O.u.SW.	O.	O.u.SO.
December	-	0	7,98	3	SW.	SW.	SW.u.SO.
Januar	1856	3	1,46	3	SW.u.O.	SW.u.O.	SW.u.SO.
Februar	-	3	6,74	4	SO.u.O.	O.	O.
März	-	20	2,18	11	O.u.SW.	O.u.SW.	SW.u.O.
April	-	4	2,02	9	O.	O.	O.
Mai	-	1	4,33	7	SW.u.O.	O.	O.u.SW.
Juni	-	19	6,46	15	SW.	SW.	S.u.O.

Ob nun aus den vorstehenden einjährigen Beobachtungen über die Menge der Niederschläge und ihre Vertheilung im Jahre ein Schlufs auf die normale Vertheilung des Regens in D'Urban gemacht werden darf, möchte Niemand auszusprechen wagen, der die Zahl und die Vertheilung der Regentage zu D'Urban

aus dem Jahre 18$\frac{54}{55}$ mit den aus dem Jahre 1851 erhaltenen Resultaten (Berl. Ber. 1855. p. 726) vergleicht. In letztgenanntem Jahre war die Summe der Regentage 110, in jenem nur 100, wenn daher im Jahre 18$\frac{54}{55}$ die Regenhöhe schon 109″ 7,78‴ war, so möchte anzunehmen sein, dafs sie in jenen noch etwas gröfser gewesen ist; ferner hatte der Sommer (December bis Februar) im Jahre 1851 nicht weniger als 51, der im Jahre 18$\frac{54}{55}$ nur 10, der Herbst (März bis Mai) im Jahre 1851 : 17, im Jahre 18$\frac{54}{55}$: 27, der Winter (Juni bis August) im Jahre 1851 : 12, im Jahre 18$\frac{54}{55}$: 41 und endlich der Frühling (September bis November) im Jahre 1851 : 30, im Jahre 18$\frac{54}{55}$ hingegen nur 22 Regentage aufzuweisen. Während also im Jahre 1851 die Regenzeit (mit 81 Regentagen) auf Frühling und Sommer, die trockene Jahreszeit (mit 29 Regentagen) auf Herbst und Winter fiel, so liefern die neuern Beobachtungen aus dem Jahre 18$\frac{54}{55}$ das Resultat, dafs, da im letztgenannten Jahre der Herbst und Winter zusammen 68 Regentage, der Frühling und Sommer aber in Summa nur 32 hatten, diese die trockenen und jene die nassen oder die Regenzeiten genannt werden müssen.

Wenn nun in der vorliegenden Abhandlung des Hrn. Behm gesagt wird, dafs am Cap die Herbst- und Wintermonate die Regenzeit bilden, während die Sommermonate im Allgemeinen trocken sind, so geht dies wirklich aus den oben angegebenen Werthen hervor, denn es ergiebt sich aus denselben:

für die Sommermonate, Decbr. bis Febr. die Regenhöhe : 23,07‴
- - Herbstmonate, März bis Mai - - : 70,59
- - Wintermonate, Juni bis August - - : 91,75
- - Frühlingsmonate, Sept. bis Nov. - - : 49,96

Hingegen ist ein ähnlicher Schlufs für D'Urban, wie ihn Hr. Behm aus den Beobachtungen des Jahres 18$\frac{54}{55}$ aufstellt, durchaus nicht gerechtfertiget, denn einmal steht derselbe mit dem, was Berghaus jun. in einem Aufsatze über das Klima der Colonie Natal (Petermann Mitth. 1855. p. 279†) hierüber sagt (wo es unter Anderem heifst: „Im Sommer fällt fast täglich Regen, bisweilen von starken Gewittern begleitet; im Winter dagegen ist Regen selten, der Himmel klar und wolkenlos, und es vergehen manchmal Wochen ohne einen Tropfen Regen"), in

directem Widerspruch, andererseits weisen die obigen Zahlen die Unstatthaftigkeit solcher Behauptungen direct nach. Es darf übrigens nicht in Zweifel gestellt werden, dafs eine dieser Behauptungen richtig sein mufs, welche aber, ist durch das vorliegende Material nicht entschieden. So viel darf man aber mit voller Gewifsheit behaupten, dafs einjährige Beobachtungen über Vertheilung und Menge der Niederschläge weder nördlich noch südlich des Aequators sichere Schlüsse zulassen, und dafs eine so kurze Beobachtungsperiode selbst zur Beurtheilung des Temperaturganges und des Luftdruckes, sowie der Luftströmungen nur mit der gröfsten Vorsicht angewendet werden darf.

Das Material, was Hr. Behm bezüglich der Temperatur, des Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre und der Vertheilung der Regen in Südafrika verführt, ist reich an Thatsachen, und ist daher sehr beachtenswerth; es bedarf aber einer nothwendigen Ergänzung, durch wirkliche Beobachtungsreihen, da dasselbe nur auf vereinzelte Beobachtungen, die zu verschiedenen Zeiten und von verschiedenen reisenden Forschern geliefert worden sind, sich basirt, und überhaupt Manches, was hier benutzt wurde, auf dem Wege der Tradition gewonnen worden zu sein scheint. — Von ganz besonderem Interesse erscheint die Beschreibung der Region zwischen der Grenze der Capcolonie und der Breite des Ngamisees in Beziehung auf die Vertheilung der Regen in den drei longitudinalen Zonen, welche Livingstons der dort herrschenden verschiedenen klimatischen Verhältnisse halber unterscheidet; wir halten es aber nicht für gerathen, sowohl hierüber, als auch über das, was über die heifsen und elektrischen Nordwestwinde in der Kalahari zur Erwähnung kommt, einen unvollständigen Auszug mitzutheilen. *Ku.*

F. NARDI. Beobachtungen über die klimatischen Verhältnisse von Jerusalem. PETERMANN Mitth. 1858. p. 37-38†.

J. T. BARCLAY. Physikalisch geographische Beobachtungen in Jerusalem. PETERMANN Mitth. 1858. p. 296-296†.

Die erste dieser Mittheilungen enthält Einiges über Temperaturbeobachtungen für Jerusalem aus zwei Perioden, von welchen die erste auf die Zeit vom 31. October 1845 bis 18. Mai 1846, die zweite auf das volle Jahr 1855 sich erstrecken soll, und die Hr. NARDI von dem gelehrten Franziskaner HÜTTISCH aus Joachimsthal erhalten haben will [1]), sowie einige Angaben über die Luftströmungen und Niederschläge. Da die über Temperatur vom Verfasser angegebenen Werthe jetzt, da wir, wenn auch keine ganz zuverlässigen, doch wenigstens mehrjährige — fast ununterbrochene — Reihen aufzuweisen haben, kein wissenschaftliches Interesse mehr bieten können, die über andere atmosphärische Vorgänge gemachten Angaben aber, wie es scheint, aus directen Beobachtungen nicht entnommen worden sind, so begnügen wir uns damit, den vorliegenden Aufsatz hiermit zur Anzeige gebracht zu haben.

Die zweite der vorliegenden Mittheilungen hingegen, aus dem Reisewerke des amerikanischen Missionars und Arztes Hrn. BARCLAY (der während 3½ Jahre seinen Wohnsitz in Jerusalem hatte) entnommen, enthält die mittleren Resultate der Temperaturbeobachtungen vom Juni 1851 bis Januar 1855, wie sie aus den vom Hrn. BARCLAY selbst gemachten Aufzeichnungen hervorgehen, sowie die monatlichen Resultate der Regenmengen, die im anglikanischen Hospital zu Jerusalem unter Dr. GOWAN's Leitung während der Jahre 1846 bis 1854 (18$\frac{4}{5}\frac{9}{0}$ ausgenommen), während der Monate October bis Mai, gemessen worden sind, und ist daher als ein sehr beachtenswerther Beitrag zur Klimatologie Jerusalems zu betrachten.

Die allgemeinen aus den vorliegenden monatlichen Resultaten der genannten Jahrgänge sich ergebenden Mittel sind folgende:

[1]) Nach einer von PETERMANN in seinen Mittheilungen (Berl. Ber. 1858. p. 296) abgegebenen Erklärung rührt der kleinere Theil jener Beobachtungen aus „TITUS TOBLER's Denkblätter aus Jerusalem" her.

Monat.	Temperatur.	Regenhöhe.
Januar . . .	7,74°	146,37‴
Februar . . .	9,97	180,15
März	10,27	90,08
April	13,08	11,26
Mai	18,56	11,26
Juni	19,18	—
Juli	20,96	—
August . . .	21,01	—
September . .	19,85	—
October . . .	18,74	11,26
November . .	14,13	22,52
December . .	9,19	157,64
Jahr	15,27	52″ 6,53

Bezüglich des Jahresmittels der Niederschläge wird vom Verfasser bemerkt, dafs die Messungen während des Jahres $18\frac{53}{54}$ nicht als genau angesehen werden dürfen, und wahrscheinlich eine zu geringe jährliche Regenmenge liefern. Unter Ausschlufs der Beobachtungen dieses Jahrganges ergiebt sich aus den übrigen Beobachtungen die jährliche Regenhöhe im Mittel zu 57″ 9,59‴, während das Mittel aus den Jahren 1846 mit 1849 und 1850 mit 1852 sogar 60″ 10,86‴ beträgt. Die — während der erwähnten Periode — in den Monaten Juni bis September vorgekommenen Niederschläge waren so gering, dafs sie nach Angabe des Verfassers kaum gemessen werden konnten, während die eigentliche Regenzeit (im Mittel) auf die Monate December bis März fällt. Selbst diese aber soll wieder in zwei Theile zerfallen, welche durch einen mehrere Wochen betragenden Zeitabschnitt zwischen Mitte December und Mitte Februar von einander durch Trockenheit getrennt werden. Die stärksten und ergiebigsten Regenfälle sollen stets zwischen 6 und 12 Uhr (Morgens?) vorkommen.

Was nun die vorstehenden Temperaturangaben betrifft, so wird bemerkt, dafs sie nicht als genau angesehen werden können. Nicht blofs die Resultate des Jahres $18\frac{53}{54}$, von welchen der Verfasser selbst erwähnt, dafs sie durch Angaben eines nicht ganz zuverlässigen Instrumentes erhalten worden waren, sind es

allein, welche diese Ungenauigkeit erzeugten, sondern es zeigen selbst die Monatsmittel der Jahre 1851 bis 1853, sowie der Januar 1855 im Allgemeinen nicht unbedeutende Unterschiede gegen Beobachtungsresultate, die vom Berichterstatter aus den gleichen Jahrgängen einer ihm vorliegenden achtjährigen Reihe aus Jerusalem (die gegenwärtig noch nicht veröffentlicht worden ist) erhalten wurden. Diese Unterschiede sind viel zu bedeutend (sie erreichen zuweilen mehr als 2°), als dafs sie der Verschiedenheit der Localitäten allein zugeschrieben werden dürfen, und es weichen sogar die Angaben der Temperaturextreme für die in Rede stehenden Jahrgänge merklich von einander ab. Da die nach Hrn. Barclay's Beobachtungen erhaltenen Mittel fast durchgehends höher sind, als die eben erwähnten, so dürfte vielleicht anzunehmen sein, dafs das Thermometer des Hrn. Barcley in den Monaten September bis Februar nicht ganz von der directen Bestrahlung etc. freigeblieben war. Was aber jene Mittel, die die Jahrestemperatur für Jerusalem um mehr als 1° R. zu hoch liefern, noch weiter als nicht ganz genau erscheinen lassen mufs, möchte in dem Umstande gesucht werden dürfen, dafs die monatlichen Resultate, die in dem vorliegenden Aufsatze enthalten sind, nur aus Beobachtungen zu bestimmten Stunden, nicht aber aus stündlichen Beobachtungen ermittelt worden sind. Ueber die Art und Weise, wie diese Mittel aus den angestellten Beobachtungen berechnet wurden, ist nämlich vom Verfasser hier nicht erwähnt. *Kn.*

Schwarz. Neue meteorologische Beobachtungen in Sibirien. Petermann Mitth. 1858. p. 333-334†.

In den hier gemachten Mittheilungen heifst es, dafs Herr Schwarz, Chef der ostsibirischen Expedition, aus den zweijährigen Temperaturbeobachtungen zu Selenginsk in Trans-Baikalien, für welchen Ort die mittlere Jahrestemperatur 0,0° gefunden wurde, schliefse, dafs in Ostsibirien das Jahr vier Wärmeperioden habe, weil am 30. December die niedrigste, und am 9. Juli die höchste Temperatur dort eintrete, dann ferner vom 24. März bis 9. Juli die Temperatur bis zum Maximum zu-, von hier an bis zum

10. October bis zu 0°, vom 10. October bis zum 30. December bis zum Minimum abnehme, und hierauf wieder im Zunehmen begriffen sei. Diese Periodicität im Gange der Temperatur will — nach den Angaben unserer vorliegenden Quelle — Hr. Schwarz als Unterscheidungsmerkmal des Klimas Central-Ostsibiriens vom Klima Europas und Westsibiriens ansehen. *Ku.*

H. W. Dove. Die diesjährigen Ueberschwemmungen in Schlesien und am Harz und ihre Ursachen. Pogg. Ann. CV. 490-495†; Z. S. f. Erdk. (2) V. 259-263†.

Die vorliegenden Betrachtungen haben den Zweck, zu zeigen, dafs, was schon in früheren Abhandlungen der Verfasser nachzuweisen gesucht hat, „die in Deutschland Ende Juni beginnende Regenzeit ihren Grund darin hat, dafs im Sommer sich die Temperatur im Innern des Continents verhältnifsmäfsig steigert, während dagegen die des atlantischen Oceans zurückbleibt, die Luft über dem Meere daher in die erwärmte aufgelockerte des Continents eindringt und durch die Vermischung beider mächtige Niederschläge entstehen". Wenn daher in einem bestimmten Jahre durch anomale Temperaturvertheilung sich dieser Gegensatz in dem angegebenen Sinne steigere, so müsse auch die nothwendige Folge eine Steigerung der durch diese Temperaturdifferenz hervorgerufenen Niederschläge sein. Letzteres zeigen nun die hier aufgeführten Regenhöhen im Vergleiche mit den während des Monats Juli stattgehabten fünftägigen Abweichungen. *Ku.*

H. W. Dove. Das Klima von Cayenne. Z. S. f. Erdk. (2) IV. 341-347†; Z. S. f. Naturw. XII. 246-247*.

Das furchtbare Bild, welches die in der vorliegenden Zeitschrift für Erdkunde (IV. 250) im Auszuge aus einem gröfseren Werke [1]) enthaltene Mittheilung über das mörderische Klima

[1]) Lettres écrites de la Guyane française par des Pères de la Compagnie de Jésus à des Pères de la même Compagnie en France 1852-1857.

Cayennes entwirft, bewog den Verfasser zur Stellung der Frage: „welche verderblichen Ursachen denn hier zusammenwirken, um eine solche Sterblichkeit hervorzurufen?" — Dafür, dafs die relative Feuchtigkeit eine ungewöhnliche sei[1]), spreche allerdings die Nachricht, „dafs man sich dort vergeblich bemühe, elektrische Experimente anzustellen," u. s. w. — Um diese Frage näher betrachten zu können, stellt nun der Verfasser die mittleren Resultate über den jährlichen (und theilweise auch für den täglichen) Gang der Temperatur, Regenmenge, Verdunstung, relative Feuchtigkeit, Druck der gemischten und der dampffreien Atmosphäre und der Windrichtung, letztere für einen Punkt unter 6° 50′ Breite (Georgetown), jene für Georgetown, Paramaribo (5° 44½′ nördl. Breite, 55° 13′ westl. Länge von Grw.), Cayenne (4° 56½′ nördl. Breite, 54° 38¾′ westl. Länge von Paris) und Para (am Ausflusse des Amazonenstromes unter 1° 28′ südl. Breite) zusammen. (Für Paramaribo, im mittelländischen Guyana, benutzt der Verfasser „Wenckebach's Uitkomsten uit weerkundige Waarnemingen gedaan te Paramaribo door H. Dieperink, Januar 1833 bis Februar 1835, sowie die von Dumontier vom Januar 1851 bis März 1854 der Mittheilungen des niederländischen meteorologischen Institutes veröffentlichte Reihe; für das französische Gebiet die im Annuaire météorologique de la France, für 1853 enthaltenen „Observations météorologiques faites pendant huit années 1845-1852 à l'hôpital de Cayenne"; dann für das englische Gebiet die eilfjährige Beobachtungsreihe von P. Sandeman, dessen Arbeit unter dem Titel: „Monthly tables of me-

[1]) In dem eben angezogenen Aufsatze über „die französischen Strafcolonien in Cayenne" wird unter Anderem über die Strafcolonie St. Georges Folgendes gesagt: „Was nun das Klima betrifft, so scheint es für Europäer absolut verderblich zu sein. Die Ueberschwemmungen des Oyapoc und die Regengüsse der 8monatlichen nassen Periode bedecken die Umgegend weit und breit fast das ganze Jahr hindurch mit stagnirendem Wasser, aus welchem einzelne Punkte inselgleich hervorragen. Wenige Europäer können hier einen Monat verweilen, ohne vom Fieber ergriffen zu werden; nur die Schwarzen widerstehen dem Klima" . . . . „Von 160 Deportirten starben innerhalb eines Jahres nicht weniger als 120", etc.

teorological elements deducėd from observations taken at the observatory Georgetown, Demerara, British Guiana, lat. 6° 49′ 35″, long. 3^h 52′ 46″, during eleven years, commencing january 1846, with remarks of the state of the weather, clouds and other phenomena" erschienen ist.) — Von allen den uns vorliegenden monatlichen Resultaten genannter Orte des guyanaschen Gebietes sollen nun einige auf Temperatur und Luftdruck sich beziehende hier herausgehoben werden:

Monat.	Georgetown.		Cayenne.	
	Temperatur.	Luftdruck.	Temperatur.	Luftdruck.
Januar	20,65°	337,13‴	20,94°	336,69‴
Februar	20,59	337,39	20,38	337,03
März	20,82	337,30	20,58	336,92
April	21,10	337,17	20,82	336,95
Mai	21,01	337,03	20,74	336,83
Juni	20,80	337,36	20,58	337,18
Juli	20,90	337,40	20,73	337,30
August	21,37	337,27	21,02	337,35
September . . .	21,77	337,14	21,45	337,16
October	21,83	336,81	21,46	336,84
November . . .	21,51	336,49	21,22	336,43
December . . .	20,87	336,77	20,67	336,53
Jahr	21,10	337,10	20,88	336,93
Unterschied d. kältest. u. wärmsten Monats	1,24	— 0,58	1,08	— 0,19

Diese grofse Uebereinstimmung im Gange der Temperatur dieser beiden, sowie der übrigen Puncte, welche Hr. Dove noch angiebt, läfst sogleich erkennen, dafs der Temperaturwechsel in der Nähe des Aequators nur äufserst gering ist; selbst in der eilfjährigen Periode von Georgetown hatte der wärmste Monat, October 1850, die Temperatur 22,35°, der kälteste, Februar 1847, 20,18°; während der achtjährigen Periode aus Cayenne zeigte der wärmste Monat, October 1848, die Temperatur 22,43°, der kälteste, Februar 1852, die mittlere Temperatur 20,21°, so dafs selbst während dieser mehrjährigen Perioden der gröfste Unterschied der Wärme des heifsesten und kältesten Monates für beide Punkte nur etwa 2,2° betrug. Hingegen ist auch der Feuchtig-

keitszustand im Jahresmittel sehr bedeutend, und die jährliche Regenmenge beträgt im Mittel in Georgetown 89″ 1,66‴, in Cayenne 92″ 11‴, für diesen Punkt aus 6½, für jenen aus 11 Jahren. — Der Verfasser hält die ununterbrochene feuchte Hitze, wie sie auch die Beobachtungen unmittelbar zeigen, für das der Gesundheit derjenigen Personen, welche einen Wechsel der Temperatur und Feuchtigkeit gewöhnt sind, verderblichste Element. Hierzu dürfte noch unter Anderem die geringe Windstärke, wie sie hier für Georgetown erwähnt wird, in Berücksichtigung kommen, welche, wie es scheint, die diesen Gegenden so nöthigen natürlichen Ventilationen der Atmosphäre nicht gewähren können. — Bezüglich des Luftdruckes heben wir die Bemerkung hervor, dafs Hr. Dove es für zulässig hält, da das Barometer in Georgetown nur wenige Fufs über dem Meeresspiegel sich befand, die mittlere Barometerhöhe unter 5° nördl. Breite im atlantischen Ocean, und selbst am Aequator zu 337 Par. Linien anzunehmen. *Ku.*

H. W. Dove. Ueber die Scheidelinie der nördlichen und südlichen Erdhälfte. Z. S. f. Erdk. (2) IV. 325-329†; Z. S. f. Naturw. XII. 247-247†.

Hr. Dove erörtert in den vorliegenden Betrachtungen, dafs für alle klimatischen Verhältnisse der Aequator nicht zur Nord-, sondern zur Südhälfte der Erde gehöre, und dafs der eigentliche physische Aequator als Scheidegrenze beider Hemisphären unbedingt auf die nördliche Hälfte fallen müsse. Zur definitiven Entscheidung dieser Frage, und insbesondere zur Bestimmung des Laufes der Curve, welche die klimatische Scheidegrenze beider Hemisphären bilden soll, reichen die bisherigen Beobachtungsresultate noch nicht aus. Als entscheidendes Element für eine derartige Bestimmung, worüber der Verfasser mehrere Untersuchungen über die inneren Grenzen der einander begegnenden Passate hier anstellt, ferner die Regenverhältnisse und den Gang der Temperatur in Betracht zieht, wird von Hrn. Dove der Lauf der barometrischen Jahrescurven bezeichnet. *Ku.*

H. Burmeister. Ueber das Klima von Mendoza. Z. S. f. Erdk. (2) IV. 1-22†, 256-257†.

Der Verfasser giebt hier eine Beschreibung der klimatischen Verhältnisse der Umgebung von Mendoza. Diese Stadt liegt nach den Angaben von Woodbine Parish unter 32° 52′ südl. Breite und 69° 1′ westl. Länge v. Gr., 2600 engl. Fuſs über dem Meere, nach Mac Ree (United States naval astronomical expedition to the southern hemisphere, II. 75) unter 32° 51′ 15″ südl. Breite, 68° 57′ 15″ westl. Länge v. Gr. und zwischen 2469 und 2497 engl. Fuſs über dem Meeresspiegel. Indem wir den geognostischen Theil dieser Beschreibung, welcher als nothwendige Ergänzung zur Beurtheilung des klimatischen Charakters jener Gegend zwar von Interesse sein muſs, der aber einen passenden Auszug hier nicht finden kann, übergehen müssen, wollen wir kurz die von dem Verfasser aus seinen vom April bis December des Jahres 1857 angestellten, in Verbindung mit anderweitigen in den Jahren 1852, 1853 und 1855 gemachten Beobachtungen erhaltenen Resultate hier mittheilen. Als mittlere Monatstemperatur erhält der Verfasser unter Benutzung dieser aus verschiedenen Perioden herrührenden Reihen die nachstehenden:

Januar . .	19,16°	Juli . . .	5,85°
Februar . .	18,97	August . .	7,48
März . . .	16,90	September .	16,52
April . . .	14,27	October . .	13,47
Mai . . .	9,33	November .	15,74
Juni . . .	5,56	December .	18,25

Als mittlere Jahrestemperatur ergiebt sich hieraus 12,96°.

Diese Resultate können nicht als völlig sicher angesehen werden, da die Beobachtungen an verschiedenen nicht unter sich verglichenen Instrumenten, an verschiedenen Localitäten und dann auch nicht in allen Monaten zu gleichen Beobachtungsstunden angestellt worden sind. Die Beobachtungsstunden waren im Allgemeinen 7 Uhr Morgens, 2 Uhr Mittags und 9 Uhr, zuweilen 10 Uhr Abends, und die monatlichen Mittel sind aus diesen Stunden bestimmt worden, wofür also wieder Correctionen für die Temperaturmittel der einzelnen Monate erforderlich gewesen

wären. — Jedoch scheinen die Abweichungen der hier angegebenen mittleren Jahrestemperatur von denen der einzelnen Jahre nach dem vorliegenden Material nicht beträchtlich zu sein, während die Temperaturen einzelner Monate verschiedener Jahrgänge sich um mehr als 2° unterscheiden können.

Die über die übrigen meteorologischen Elemente Mendozas in der vorliegenden Quelle gemachten Angaben, nämlich die Witterungsgeschichte der Monate April mit September des Jahres 1857, sowie die der übrigen Monate aus einzelnen anderen Jahrgängen, ferner die Angabe der Temperaturextreme der einzelnen Monate aus verschiedenen Jahrgängen sind im Allgemeinen geeignet, das Charakteristische des Klimas jener Gegend erkennen zu lassen.

In einem Nachtrage bemerkt Hr. Burmeister, dafs nach seinen neuerdings angestellten Barometerbeobachtungen der niederste Barometerstand für seinen Beobachtungsort zu Mendoza zu 307,0''', der höchste zu 309,6''', und der häufigste zu 308,4''' sich herausgestellt habe, wornach eine in dem ersten Aufsatze gemachte Angabe, nach welcher der Barometerstand zu 314,0''' angenommen wurde, zu berichtigen sei. *Ku.*

L. F. Kämtz. Note über baro- und thermometrische Windrosen. Wien. Ber. XXXI. 332-338†.

Hr. Kämtz weist hier nach, dafs die thermometrischen und barometrischen Windrosen einzelner Punkte am Rande der Ostsee nicht geeignet seien, die klimatischen Verhältnisse eines gröfseren Raumes in jenen Gegenden bestimmen zu können; dafs hingegen der Einflufs der Winde auf die Instrumente in Dorpat mächtiger hervortrete als an anderen Orten, und dafs, wie die vorliegenden Tabellen über die Häufigkeit der Winde in den Monaten Januar und Juli dies zeigen, die mittlere Häufigkeit der einzelnen Windgattungen, wie sie unter Benutzung von 20 Orten aus Finnland und den Ländern der Ostsee berechnet worden ist, mit den für Dorpat erhaltenen mittleren Resultaten grofse Uebereinstimmung erkennen läfst. „Aus diesem Grunde — sagt der

Verfasser — scheint Dorpat für die Darstellung der Verhältnisse dieser Gegenden geeigneter als Petersburg".

Die weiteren Untersuchungen, von welchen der Verfasser in der vorliegenden Abhandlung einige Resultate vorlegt, beziehen sich auf die interessanten Fragen, die von ihm schon früher angeregt worden sind (siehe Berl. Ber. 1855. p. 707. 753). Zur näheren Erläuterung einer derselben hat Hr. Kämtz zur Bestimmung des Einflusses der Winde auf die meteorologischen Instrumente, hier namentlich auf das Barometer, aufser dem gewöhnlichen Verfahren, noch ein anderes angewendet. Jenes wird hier benutzt, um die thermometrische Windrose aller einzelnen Monate und des Jahres für Dorpat darzustellen; das neue Verfahren ist angewendet worden, um den Zusammenhang von Windrichtungen mit den diesen angehörigen mittleren Barometerständen innerhalb fünftägiger Perioden deutlich zu machen, und besteht im Folgenden: „Weht ein Wind, so wird am Beobachtungstage (Tag 0) der Barometerstand um Mittag, aber zugleich die Stunde an den beiden vorhergehenden (— 1 Tag, — 2 Tage) und den beiden folgenden Tagen (+ 1 Tag, + 2 Tage) genommen". Diese fünf Gröfsen wurden in jedem Monate und bei jedem Winde durch die Gleichung

$$\Delta n = a + bn + cn^2 + dn^3,$$

wo $\pm n$ den Tag vorher und nachher angiebt, verbunden. Die fünf Werthe der Constanten dieser Gleichung wurden dann für jeden einzelnen Monat durch die Gleichung

$$x = a + u_1 \sin(n \cdot 45^\circ + v_1) + u_2 \sin(n \cdot 90^\circ + v_2)$$

verbunden, etc. etc. Auf diese Weise zeigte es sich, was aus den für das Jahresmittel in der vorliegenden Abhandlung angegebenen Tabellen auch hervorgeht, wie insbesondere bei heiterem Wetter und Regen „der Barometerstand schon zwei Tage vorher präparirt wird, und wie die Folgen sich noch wenigstens zwei Tage nachher zeigen". Ein so deutliches Hervortreten der Verhältnisse, wie die aus den Interpolationsformeln berechneten Zahlenresultate, lassen jedoch die Tabellen, welche weiter hier mitgetheilt werden, und die nämlich, wie aus den Angaben des Verfassers hervorzugehen scheint, aus den Mitteln der unmittelbaren Beobachtungen zu Dorpat erhalten wurden, nicht erken-

nen. — Bezüglich der Einzelheiten der hier angezeigten Beobachtungen sowohl, sowie der weiteren Bemerkungen des Verfassers müssen wir auf den Originalaufsatz selbst verweisen.

Ku.

A. T. Kupffer. Observations météorologiques et magnétiques. Compte-rendu annu. 1857. Suppl. 1856. St.-Pétersbourg 1858. p. 3-54†.

— — Annales de l'observatoire physique central de Russie. Année 1856. No. 1. St.-Pétersbourg 1858. p. 1-797†. Supplément p. 1-193†.

Sowohl von der ersten, als auch von der zweiten dieser Quellen, begnügen wir uns von dem auf meteorologische Forschungen sich beziehenden Inhalt das hier mitzutheilen, was als neu, den früheren Jahrgängen gegenüber, darin erscheint, da über die Anordnung und den Hauptinhalt dieser reichhaltigen meteorologischen Ephemeriden schon bei früheren Gelegenheiten (Berl. Ber. 1854. p. 714, 1855. p. 757, 1856. p. 701) berichtet worden ist, und die vorliegenden Schriften beziehungsweise für die Jahre 1855 und 1856 dasselbe Material enthalten, was in den vorausgegangenen Bänden für die früheren Jahrgänge bearbeitet und veröffentlicht wurde.

Die erste dieser Schriften enthält aufser dem laufenden Materiale vor allem bezüglich der Häufigkeit der Winde während der Beobachtungsperiode 1840 bis 1856 für die Punkte Bogoslowsk, Zlatoouste, Lougan und Petersburg, dann für Novo-Petrovsk (am kaspischen Meere, unter 44° 27′ Breite und 47° 48′ Länge von Paris) aus der Beobachtungsperiode 1849 bis 1856 den täglichen Gang aller einzelnen Hauptgattungen im Laufe der Jahreszeiten und des ganzen Jahres. Als Hauptresultate dieser vom Hrn. Toumacheff vorgenommenen Untersuchungen findet man hier am Schlusse der mitgetheilten Zahlenausdrücke angeführt, dafs Zlatoouste, in einem ausgedehnten Thale gelegen, den NW als den vorherrschenden Wind im Allgemeinen zeigt; während für Bogoslowsk die mittlere jährliche Windrichtung dieselbe wie für Petersburg, nämlich SW sei, und dieselbe nur im Laufe des Sommers auf NW komme, für Lougan (im östlichen Theile des

europöischen Rufslands, im Steppenlande gelegen), das ebenfalls der Einwirkung aller Winde ausgesetzt ist, als vorherrschende jährliche Windrichtung der NO, als mittlere Windrichtung im Sommer aber die nordwestliche sich herausstelle. Bezüglich des täglichen Ganges der Winde (der Drehung) wird gefunden, dafs zu Bogoslowsk fast immer von Morgens 8^h bis 2^h Abends (im Herbste von 10^h Mg. bis 2^h Ab.), sowie von 6^h Ab. bis 10^h Ab. der Wind der täglichen Bewegung entgegengesetzt, von 2^h Ab. bis 6^h Ab. aber dieser Bewegung gleich gerichtet ist; zu Lougan ist während des Herbstes, Winters und Frühlings von 8^h Mg. bis 2^h Ab. und selbst bis 4^h Ab. die Bewegung der Winde mit, im Sommer aber gegen die Sonne. Zu Novo-Petrovsk ergiebt sich als mittlere jährliche Windrichtung die östliche; der stündliche Gang zeigt eine Bewegung der Luftströmungen von SO gen NO von 6^h Mg. bis 4^h Ab., in den übrigen Stunden eine entgegengesetzte.

Für Petersburg sind die mittleren Jahresresultate aus der genannten Periode die folgenden:

Mittag	S 29°24′ W	1^h Mg.	S 11°42′ O
1^h Ab.	S 32 21 W	2 -	S 12 59 O
2 -	S 35 32 W	3 -	S 9 55 O
3 -	S 34 23 W	4 -	S 12 43 O
4 -	S 33 35 W	5 -	S 11 20 O
5 -	S 26 48 W	6 -	S 10 51 O
6 -	S 18 29 W	7 -	S 6 33 O
7 -	S 3 14 W	8 -	S 0 43 W
8 -	S 3 59 O	9 -	S 6 24 W
9 -	S 12 7 O	10 -	S 12 17 W
10 -	S 13 39 O	11 -	S 19 4 W
11 -	S 13 43 O	Mittel	S 4 35 W
12 -	S 13 23 O		

Als eine weitere Zugabe ist die von Hrn. Toumacheff vorgenommene Berechnung des täglichen und jährlichen Ganges der Temperatur, des Dampf- und des Luftdruckes für Petersburg aus den Beobachtungsreihen von 1841 bis zum Jahre 1855 zu betrachten, und diesen Mittheilungen folgen die (ebenso wie die vorigen) nach Petersburger mittlerer Zeit berechneten

Mittel des täglichen und jährlichen Ganges der genannten Elemente für die Jahre 1856 und 1857, ferner der tägliche und jährliche Gang der Temperatur zu Birkenruh für das Jahr 1854 und einzelne Monate das Jahres 1855.

Die zweite der oben angeführten Schriften enthält die mittleren meteorologischen Resultate der einzelnen Jahre 1846 bis 1856 incl. sowohl, sowie auch die Gesammtresultate dieser Beobachtungsperiode für Catherinbourg, Barnoul und Nertchinsk, dann die am Lyceum zu Odessa in den Jahren 1843 bis 1850 angestellten meteorologischen Beobachtungen mit den zugehörigen stündlichen und allgemeinen Jahresmitteln, und endlich die mittleren stündlichen Resultate der innerhalb der Beobachtungsperiode 1838 bis 1853 zu Nijegorodsk angestellten Windbeobachtungen für jeden einzelnen Monat und für das Jahr, sowie endlich die Relationen zwischen der Häufigkeit der Winde und der Angabe der Tage mit Niederschlägen, wie sie im Mittel für jede einzelne Windgattung sich herausstellte. *Ku.*

A. T. Kupffer. Correspondance météorologique. Année 1856. St.-Pétersbourg 1858. p. 1-116†; Correspondance p. I-CVIII†.

Der erste Theil der meteorologischen Correspondenz (p. 1-116) enthält die täglichen und monatlichen Mittel, sowie die allgemeinen Resultate der meteorologischen Beobachtungen der russischen Stationen vom December 1855 bis November 1856.

Was den zweiten Theil betrifft, so müssen wir uns im Allgemeinen auf die Anzeige seines Inhaltes beschränken. Vor allem finden wir hier die folgenden drei Artikel über die Beobachtungsresultate der an dem „observatoire magnéto-météorologique à Tiflis" angestellten Aufzeichnungen:

1) „Résultats météorologiques obtenus à Tiflis dans le courant de l'année 1856 et réunis en trois tableaux par Moritz, etc." (p. I-XVIII).

Die erste dieser Tabellen giebt für jeden Tag des Jahres 1856 die Zeiten des Eintrittes der Extreme der Lufttemperatur, des Dampf- und Luftdruckes, unter Angabe der herrschenden Windrichtung etc., und endlich die mittleren Eintrittszeiten jener Extreme

für den Monat. Die zweite Tabelle giebt die täglichen Veränderungen dieser Elemente aus stündlichen Beobachtungen entnommen, und zwar in der Art, dafs man die Aenderungen von Stunde zu Stunde ersehen kann; endlich in der dritten Tabelle sind die Extreme für Temperatur, Luftdruck und Feuchtigkeitszustand der letzteren, ferner die Mittel aus den höchsten Angaben, die der niedersten, die aus beiden, sowie die wirklichen Mittel, und endlich die monatlichen Schwankungen etc. zusammengestellt. Die allgemeinen Resultate hierüber hat Hr. Moritz in der Einleitung zu diesem Artikel kurz zusammengefafst.

2) „Extrèmes journalières de la pression atmosphèrique, de la pression des vapeurs d'eau repandus dans l'air et de l'humidité relative, observées à Tiflis, pendant l'année 1856" (p. XIX-XXV).

In dieser Tabelle findet man für jeden Tag des Jahres die wirklichen Extreme des Luftdruckes etc., deren Eintrittszeiten in Tab. I. des ersten Artikels enthalten sind.

3) „Note relative à la différence des moyennes des observations météorologiques faites à Tiflis, selon le temps solaire moyen et vrai" (p. XXVI-LII).

Um den Einflufs der scheinbaren Bewegung der Sonne auf die meteorologischen Elemente exacter darstellen zu können, als dies durch die gewöhnlichen Aufzeichnungen nach mittlerer Ortszeit, oder zur mittleren Göttinger Zeit, auf welche bei den meisten russischen Stationen die Beobachtungen sich beziehen, sich erkennen läfst, werden hier vom Hrn. Moritz die an den Observatorien zu Tiflis zu den Stunden 7 Uhr Morgens, 1, 2 und 9 Uhr Abends während der Jahre 1853 und 1854 (und zwar bei wahrer sowohl, als auch bei mittlerer Zeit) angestellten Beobachtungen über Barometer- und Psychrometerstand und über Temperatur für alle einzelnen Tage dieser Jahre in Tabellen unter gleichzeitiger Angabe der Zeitgleichung in der Weise zusammengestellt, dafs man die Angaben der Instrumente bei wahrer Zeit, sowie die Differenzen dieser Angaben und deren bei mittlerer Zeit direct ersehen kann. Aus den mittleren Resultaten der einzelnen Monate, die sich am Schlufs dieses Artikels vorfinden, geht hervor, dafs die für Barometerstand und Dampfdruck erhaltenen Mittel im Allgemeinen unbeträchtlich sind, dafs hingegen im Mo-

natsmittel der Temperatur Unterschiede zu etwa —0,15° hervortreten können, während im Allgemeinen Jahresmittel diese Differenz nur —0,08° beträgt.

Ferner finden wir in dem zweiten Theile der Correspondenz die fünftägigen Mittel der während der Jahre 1849 bis 1853 zu Aralikh angestellten Beobachtungen mit den zugehörigen allgemeinen Monatsmitteln, die fünfjährigen Mittel der im Laufe der Jahre 1850 bis 1853 zu Koutair in Transcaucasien (42° 31' nördl. Breite, 40° 27' östl. Länge von Paris) gemachten Aufzeichnungen mit ihren allgemeinen Resultaten, dann die mittleren Resultate der in den caucasischen Provinzen während der Jahre 1855 und 1856 erworbenen Beobachtungen, weiter die Tabelle der mittleren Temperatur in Kiew von Mai bis Ende 1855 (von Knorr), sowie eine Uebersicht der Witterungsverhältnisse dieses Punktes in den Jahren 1854 und 1855 (von Basiner), und endlich eine Reihe von Vegetationsperioden im Jahre 1855 aus Riga (von Bienert), und eine solche aus Kiew (von Neere).

Bezüglich aller Einzelheiten der zum gröfsten Theile in Form von Tabellen hier dargestellten Resultate müssen wir auf das Original verweisen. *Ku.*

H. W. Dove. Ergebnisse der in den Jahren 1848 bis 1857 angestellten Beobachtungen des meteorologischen Instituts. Tabellen und amtliche Nachrichten über den preufsischen Staat, herausgegeben von dem statistischen Bureau zu Berlin. Berlin 1858. p. I-XXIV†.

— — Fünftägige Wärmemittel und Abweichungen für preufsische Stationen. Ibid. p. 1-55†.

— — Tagesmittel der Wärme auf dem Brocken (innerhalb der Jahre 1836 bis 1855). Ibid. p. 56-61†.

— — Täglicher und jährlicher Gang der meteorologischen Elemente, deren Erdwärme preufsischer Stationen und Seewärme in Doberan etc. Ibid. p. 62-179†.

In dem Vorhergehenden haben wir den Inhalt dieses umfassenden Berichtes zusammengestellt, der die Fortsetzung der in einem früheren Bande der Fortschritte (Berl. Ber. 1850, 51. p. 1063) besprochenen bildet, und welcher das Material zugleich aufser

vielem Anderen noch umfafst, welches in den kleineren Berichten des Verfassers über die klimatischen Verhältnisse des preufsischen Staates in den letzten Jahrgängen verarbeitet wurde. Wir beschränken daher unsere Anzeige hierauf, und auf die Mittheilung einiger allgemeinen das preufsische meteorologische Netz betreffender Resultate.

Vor allem führen wir die interessanten allgemeinen Resultate vor, die sich unter den Zusammenstellungen der Temperaturdifferenzen zwischen Heiligenstadt und Brocken aus der Beobachtungsperiode 1848 bis 1858, dann zwischen Wernigerode und dem um 2750 Fufs höher liegenden Brocken aus den Mitteln der Jahre 1854 bis 1858 ergeben haben, und fügen diesen die mittleren Angaben über die Vertheilung der Temperatur nach der Terrainbeschaffenheit bei.

	Heiligenstadt — Brocken (2713' Höhendifferenz)	Wärmeabnahme zwischen Wernigerode und Brocken					Temperaturmittel										
							Ebene					Fuss des Gebirges			Hochgelegene Stationen		
	Wärme-abnah.	6 U. Mgs.	2 U. Abds.	10 U. Abds.	Tages-mittel	Für 1000'	Wartenberg 546'	Kreuzburg 583'	Löwen 477'	Breslau 454'	Zappelau 303'	Leobschütz 875'	Neisse 576'	Kniegnitz	Neurode	Kupferberg	Brocken 3518'
Januar	2,82°	4,24°	5,01°	4,10°	4,45°	1,62°	—1,63°	—2,37°	—2,48°	—2,77°	—2,09°	—2,53°	—2,12°	—1,74°	—3,26°	—3,94°	—5,90°
Febr. .	4,22	2,95	6,33	3,91	4,06	1,48	—0,08	—0,67	—0,63	—0,95	—0,13	—0,86	—0,64	0,00	—1,83	—2,04	—4,04
März .	4,86	4,30	5,99	4,63	4,97	1,81	2,05	1,35	1,57	1,26	2,05	1,37	1,66	2,11	0,09	—0,10	—3,26
April .	4,99	4,36	7,10	4,83	5,43	1,98	7,07	6,18	6,20	6,05	6,91	6,06	6,25	6,73	4,83	4,46	0,70
Mai . .	4,97	4,48	7,05	4,75	5,43	1,98	11,64	10,60	10,38	10,43	11,20	10,44	10,80	10,89	9,32	8,77	4,28
Juni .	5,39	4,80	7,05	4,84	5,56	2,02	14,33	13,21	13,00	13,06	13,67	13,04	13,54	13,20	11,50	11,28	7,07
Juli . .	5,20	4,22	6,78	4,15	5,05	1,84	15,61	14,50	14,30	14,33	15,09	14,32	14,77	14,81	12,88	12,51	7,95
Aug. .	4,72	4,43	6,57	4,10	5,03	1,83	15,29	13,97	13,87	14,10	14,41	13,95	14,09	14,48	12,05	12,55	8,14
Sept. .	3,87	3,22	6,83	3,64	4,56	1,66	12,01	10,94	10,79	10,87	11,14	10,86	10,91	11,75	9,81	9,48	5,91
Octbr.	3,87	3,69	5,85	4,12	4,55	1,65	7,70	7,10	7,13	6,93	7,37	7,08	7,47	7,79	6,17	5,74	3,80
Nov. .	3,10	2,31	3,49	2,64	2,81	1,02	2,19	2,65	2,63	2,38	2,77	2,54	2,42	3,28	1,89	1,20	—1,58
Dec. .	2,76	4,01	4,50	3,95	4,16	1,51	—0,03	—0,54	—0,67	—0,83	—0,57	—0,61	—0,30	0,25	—1,43	—1,70	—3,24
Jahr .	4,23	3,92	6,05	4,14	4,67	1,70	7,18	6,41	6,34	6,24	6,82	6,30	6,74	6,96	5,17	4,85	1,71

Aus dem reichhaltigen Material, das uns hier vorliegt, wollen wir ferner aus den zehnjährigen Beobachtungen für Zechen bei Guhrau in Schlesien einige allgemeine Mittelwerthe herausstellen, die die Beziehung zwischen Windrichtung und Temperatur unter verschiedener Beschaffenheit der Atmosphäre ausdrücken.

Windrichtung.	Heiter.	Halbheiter.	Trübe.	Mittel.
		Winter.		
Nord	— 12,15°	— 2,25°	— 3,25°	— 5,24°
Nordost	— 9,18	— 4,67	— 3,35	— 4,80
Ost	— 9,46	— 4,65	— 2,98	— 4,70
Südost	— 3,44	— 3,28	— 1,24	— 2,66
Süd	— 0,71	— 0,16	1,40	0,06
Südwest	— 1,09	0,34	2,38	1,75
West	— 6,76	0,90	1,35	0,97
Nordwest	— 4,63	— 1,66	— 1,06	— 1,14
		Frühling.		
Nord	4,14	3,59	4,05	4,01
Nordost	4,41	5,13	5,24	5,06
Ost	8,08	8,30	6,86	7,90
Südost	7,32	8,09	6,11	7,41
Süd	7,25	8,00	7,46	7,72
Südwest	8,16	7,57	6,37	7,01
West	5,97	5,79	5,39	5,73
Nordwest	6,87	4,91	4,37	4,86
		Sommer.		
Nord	14,67	14,69	12,29	14,30
Nordost	14,81	15,86	12,70	14,94
Ost	14,89	15,90	13,42	15,03
Südost	15,63	16,44	13,15	15,52
Süd	17,11	15,63	13,87	15,63
Südwest	15,33	14,80	12,84	14,03
West	14,88	13,41	12,83	13,32
Nordwest	15,21	13,67	12,12	13,43
		Herbst.		
Nord	3,99	5,62	6,06	5,73
Nordost	4,61	5,69	6,46	5,69
Ost	5,56	7,93	7,43	7,12

Windrichtung.	Heiter.	Halbheiter.	Trübe.	Mittel.
Südost	7,03	6,61	7,66	7,23
Süd	6,37	8,01	7,53	7,46
Südwest	7,02	8,54	7,09	7,48
West	3,72	6,45	6,41	6,36
Nordwest	5,46	5,11	5,82	5,55
		Jahr.		
Nord	2,66	5,41	5,04	4,70
Nordost	3,66	5,50	5,29	5,22
Ost	4,77	6,87	6,18	6,34
Südost	6,63	6,96	6,42	6,88
Süd	7,51	7,87	7,57	7,72
Südwest	7,35	7,81	7,17	7,57
West	4,45	6,68	6,49	6,59
Nordwest	5,73	5,51	5,23	5,67

Frequenz der Winde.

Windrichtung.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahr.
Nord	85	175	138	93	491
Nordost	78	87	46	70	281
Ost	64	66	38	59	227
Südost	59	80	49	94	282
Süd	227	135	143	206	711
Südwest	158	114	131	140	543
West	159	123	230	160	672
Nordwest	73	140	145	88	446

Die vorstehenden Resultate sind so auffallend, dafs, wie auch von vielen Seiten schon früher angegeben wurde, es als wünschenswerth erscheinen mufs, derartige Untersuchungen von vielen Orten zu besitzen, um über die Umstände, welche auf die Erwärmung der Erdoberfläche und der unteren Luftschichten von Einflufs sind, genauere Kenntnifs zu erhalten, als dies gegenwärtig noch der Fall ist. Jedoch dürfte zur genauen Bestimmung dieser Umstände jedenfalls eine längere Periode, als eine zehnjährige nöthig sein. Auch wäre es von Interesse, die Zahl der heiteren, halbheiteren und trüben Tage zu wissen, aus welchen die Mitteltemperaturen bestimmt worden sind.

Ein weiteres Interesse bietet unter Anderem die jährliche

Bewegung der Wärme, wie sie aus den Temperaturextremen während der zehnjährigen Periode sich ergeben haben, und die für alle einzelnen Jahre in den auf p. 76 bis 84 und p. 141 bis 143 enthaltenen Tafeln angegeben sind. Jene äufsersten der beobachteten Temperaturgrenzen waren für die nachbenannten (nach den Breiten geordneten) Punkten die folgenden:

	Grösste Kälte.	Grösste Wärme.	Unterschied.
Trier	— 16,9°	+ 28,0°	44,9°
Boppard	— 17,0	26,3	43,3
Ratibor	— 27,2	27,0	54,2
Cöln	— 16,0	28,2	44,2
Erfurt	— 23,5	26,6	49,1
Görlitz	— 24,0	26,3	50,3
Mühlhausen . .	— 19,2	27,3	46,5
Heiligenstadt . .	— 20,0	25,8	45,8
Torgau	— 22,3	27,8	50,1
Paderborn . . .	— 15,1	26,4	41,5
Cleve	— 16,0	29,3	45,3
Gütersloh	— 17,5	27,9	45,4
Posen	— 29,2	27,7	56,9
Berlin	— 22,0	28,9	48,9
Frankfurt a. O. .	— 21,2	27,4	48,6
Salzwedel	— 19,5	26,5	46,0
Bromberg	— 29,3	28,4	57,7
Stettin	— 21,6	26,5	48,1
Arys	— 26,9	28,8	55,7
Cöslin	— 18,2	25,1	43,3
Königsberg . .	— 23,9	25,9	49,8
Tilsit	— 24,0	26,8	50,8
Memel	— 22,7	25,5	48,2
Breslau	— 24,6	27,1	51,7
Gotha	— 24,0	26,0	50,0
Zechen	— 26,1	27,6	53,7

Der Verfasser bemerkt, dafs die Unterschiede der Schattenwärme in den westlichen Provinzen etwa 45° im Mittel, „in den östlichen aber 50° übertreffen, ohne jedoch 60° zu erreichen".

Zieht man aus den zu gleichen Gebieten gehörenden Sta-

tionen die mittleren Temperaturresultate, wie sie sich aus den auf p. 147 und 148 enthaltenen Tafeln verzeichnet sind, so erhält man, wenn nur die Jahreszeiten dabei in Rücksicht kommen, die folgenden Mittelwerthe:

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahr.
Ostpreufsen[4]	—2,79°	4,07°	13,25°	5,91°	5,11°
Pommern u. Westpreufsen[7]	—0,98	4,05	13,26	6,60	5,91
Brandenburg u. Mecklenb.[8]	—0,11	5,44	13,46	6,93	6,43
Schlesien und Posen[6] . .	—1,39	5,55	13,91	6,45	6,13
Sachsen[7]	—0,65	5,00	12,65	6,07	5,77
Westphalen[3]	0,85	6,01	13,33	7,39	6,86
Rheinland[9]	1,40	6,71	13,97	7,79	7,10

(Die den Namen beigesetzten Ziffern bedeuten die Zahl der Orte, welche zur Bestimmung des Mittels benutzt werden konnten.)

Diese Resultate zeigen für die gleichbedeutenden Länder schon merkliche Unterschiede gegen die früher aus siebenjährigen Mitteln angegebenen (Gel. Anz. XLII. 91 und 92); die für Sachsen gefundenen Werthe erscheinen deshalb so klein, weil hier die Temperatur eines sehr hoch gelegenen Punctes (Brocken) von bedeutendem Einflufs ist.

Endlich entnehmen wir den zahlreichen Regentafeln (p. 110 bis 115, 162 bis 166) die nachstehenden mittleren Resultate der Regenhöhen in Zollen (wo die den Ortsnamen beigesetzten Zahlen die Dauer der Beobachtungsperiode bedeuten):

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahr.
Cleve[9] . . .	6,569°	6,307°	7,491°	6,651°	27,018°
Crefeld[9] . . .	6,235	5,778	7,210	6,076	25,299
Cöln[9½]	4,452	7,491	7,098	5,149	24,190
Trier[5½] . . .	4,793	6,626	8,609	5,494	25,702
Boppard[9] . .	4,605	6,919	7,812	5,608	24,934
Paderborn[8] . .	6,095	5,568	8,556	5,941	26,160
Gütersloh[9½] . .	4,899	5,811	8,370	6,123	25,203
Brocken[18] . .	9,725	7,918	16,348	12,105	45,996
Heiligenstadt[8½] .	4,186	6,757	8,103	6,217	25,263
Erfurt[8½] . . .	2,563	6,345	6,700	4,491	20,099
Arnstadt[26] . .	3,710	4,970	6,923	4,196	19,132

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.	Jahr.
Torgau[84] . . .	4,218	4,733	7,309	4,918	21,178
Görlitz[84] . . .	4,646	5,332	8,997	5,732	24,707
Berlin[84] . . .	4,615	4,682	7,272	4,226	20,795
Potsdam[84] . .	2,979	3,786	5,638	3,423	15,826
Heinrichshagen[9]	3,425	4,134	6,826	5,049	19,434
Stettin[84] . . .	3,316	3,915	6,910	4,235	18,376
Arys[84] . . .	3,476	3,872	8,254	4,638	20,240
Königsberg[84] .	5,204	4,073	7,476	7,414	24,167

Diese Mittheilungen schliefsen wir mit der Bemerkung, dafs das vorliegende umfassende Werk nicht blofs die Beobachtungen und die Resultate der auf preufsischen Stationen gemachten Ausgleichungen erhält, sondern dafs sich dasselbe auf viele aufserpreufsische, nord- und theilweise auch süddeutsche erstreckt, für welche das dort gewonnene Beobachtungsmaterial hier eingereiht sich findet. *Ku.*

Kämtz. Extrait d'une lettre, concernant les relations, qui existent entre les indications du baromètre, la direction et la force du vent. C. R. XLVI. 944-947†.

Aus den Beobachtungen Dorpats wird vor allem aus 545-tägigen Aufzeichnungen in dem Monate März vieler Jahre die Dauer einer jeden Windgattung berechnet, und diese mit der Dauer derselben Winde im März 1858 verglichen. Eine grofse Uebereinstimmung dieses Jahres mit dem langjährigen Mittel ist zwar nicht vorhanden, aber Hr. Kämtz hält sie für genähert genug, um die in den telegraphisch-meteorologischen Correspondenzen Leverrier's enthaltenen Beobachtungsdaten mit einander vergleichen zu können.

Es wird dann weiter gezeigt, welchen Einflufs jeder Wind zwei Tage vor seinem Eintreten und an den folgenden drei Tagen auf den Barometerstand zu Dorpat und Paris ausübte, und hierauf werden die bei den verschiedenen Hauptwinden zu Dorpat, Constantinopel, Rom, Wien, Algier, Turin, Genf, Lyon, Madrid, Strafsburg, Bayonne, Lissabon, Napoleon-Vendée, Paris, Brüssel, Brest und Hamburg im März 1858 beobachteten Abwei-

chungen vom Monatsmittel zusammengestellt. Die Resultate dieser Zusammenstellungen, sowie diese selbst, lassen sich im Auszuge nicht wiedergeben. *Ku.*

Hennessy. On the influence of the Gulf-stream on the winters of the British-Islands. Proc. of Roy. Soc. IX. 324-328†.

Der Verfasser liefert durch Temperaturtabellen des Monats December der Jahre 1857, 1856 und 1855 den Nachweis, dafs während kalter Winter ein gröfserer Temperaturunterschied zwischen der Wärme der Südküsten Englands, Irlands und den daran stofsenden Küsten herrschen müsse, als während milder Wintertemperatur, und dafs ferner während warmer Winter der Unterschied der Temperatur zwischen Stationen an der Küste und solcher im Innern der Inseln bei gleicher Breite gröfser ausfallen soll, als während strenger Winter. *Ku.*

Lambron. Observations météorologiques faites dans une ascension récente sur le pic de Nethou. C. R. XLVII. 458-458†.

Am 31. August (1858) traf man auf dem Gipfel des Nethou Morgens um 9½ Uhr, nachdem es vorher geschneit hatte, eine Eisschichte von beiläufig 12 Centimeter Dicke an. Der Gipfel und einige andere Punkte befanden sich aufserhalb (oberhalb) der Wolken, oben war Sonnenschein, und man hatte innerhalb ¾ Stunden eine Temperatur von —2,5° bis 3,5° C., während zu Luchon die Atmosphäre bedeckt war und eine Temperatur von + 15° C. stattfand. *Ku.*

C. Kuhn. Ueber die Eigenthümlichkeiten des Witterungsganges im Jahre 1857 zu München und auf dem Hohenpeifsenberg und einige charakteristische Unterschiede der meteorologischen Verhältnisse dieser beiden Punkte. Münchn. gel. Anz. XLVI. 315-352.

Der Berichterstatter hat in dieser Abhandlung nachgewiesen, dafs sowohl die Richtung, als auch die Stärke der Luftströmun-

gen im Jahr 1857 gegen die normalen Verhältnisse bedeutende Abweichungen zeigten, dafs diese Abweichungen schon gegen Ende des Winters genannten Jahres hervortraten, und bis fast zur Mitte des Winters des darauf folgenden Jahres andauerten. Diese Strömungen übten nicht blofs auf den Gang der meteorischen Niederschläge ihren Einflufs, sondern zeigten sich auch in dem abnormen Gange aller meteorologischen Elemente, und es sind diese Strömungen in qualitativer Beziehung sowohl, sowie auch in quantitativer dargelegt worden. — Die über die klimatischen Verhältnisse Hohenpeifsenbergs gegebenen Darlegungen dürften zur Erklärung des eigenthümlichen Ganges der Temperatur, des Luftdruckes und der meteorischen Niederschläge dieses aus einem breiten Thalkessel sich in sanften Böschungen erhebenden und bedeutend gegen die Umgebung hervorragenden Berges einen Beitrag zu liefern geeignet sein. *Ku.*

Pedersen. Oversigt af Resultaterne over meteorologiske Iagttagelser i Gronland. Overs. over Forhandl. 1858. p. 40-46†.

Die sämmtlichen Beobachtungen, für welche hier die Uebersicht gegeben ist, befinden sich im vierten Hefte der meteorologischen Sammlungen (für Kopenhagen?). Diese Beobachtungen gehören den Punkten Upernivik, Jakobshafen und Godthaab an, sie erstrecken sich auf Temperatur, Luftdruck, Windverhältnisse, Tage mit Niederschlägen und Beschaffenheit der Atmosphäre, und ihre Dauer ist für den ersten Ort 11 bis 12 Jahre, für den zweiten 11, für den dritten 5 Jahre.

Wir stellen hier die in diesem Auszuge über Temperatur und Luftdruck enthaltenen Angaben zusammen, bemerken aber, dafs sich an keiner Stelle eine Angabe der für Thermometer und Barometer angewendeten Skalen etwas vorfindet. Obgleich sich vermuthen läfst, dafs die Temperatur in Réaumur'schen Graden ausgedrückt ist, so können wir dies dennoch nicht eher zu behaupten wagen, bis von den anderweitig schon veröffentlichten Beobachtungen Einsicht genommen worden ist, die das Nähere hierüber enthalten. Im Folgenden sind die Mittelwerthe für Temperatur und Luftdruck jener grönlandschen Stationen verzeichnet:

	Upernivik (72° 48′ nördl. Breite)		Jakobshavn (67° 12′ nördl. Breite)		Godthaab (64° 10′ nördl. Breite)	
	Temperatur	Luftdruck	Temperatur	Luftdruck	Temperatur	Luftdruck
Jahresmittel	— 8,30°	334,35‴	— 4,18°	336,49‴	— 1,34°	335,96‴
Winter	—17,10	332,29	—12,71	334,96	— 7,38	334,55
Frühling	—10,06	335,96	— 5,40	337,45	— 2,42	336,61
Sommer	+ 2,65	335,04	+ 4,93	336,79	+ 5,25	336,39
Herbst	— 4,77	333,20	— 3,51	336,76	— 0,82	336,07
Mittel für den Monat mit niederstem Stande	—19,40 (Februar)	331,87 (November)	—14,10 (Februar)	334,43 (Januar)	— 7,79 (Januar)	334,03 (Januar)
Mittel für den Monat mit höchstem Stande	+ 3,54 (Juli)	336,83 (Juni)	+ 5,94 (Juli)	337,83 (Mai)	+ 6,23 (Juli)	337,90 (Mai)
Mittel für den Tag mit niederstem Stande	—30,47 (14. Feb. 1837)	329,84 (3. Jan. ...)	—28,40 (7. Febr. 1844)	321,08 (1. Febr. 1849)	—17,83 (8. Febr. 1845)	321,45 (4. Jan. 1849)
Mittel für den Tag mit höchstem Stande	+10,60 (7. Juli 1850)	337,78 (3. Mai ...)	+13,83 (14. Juli 1850)	348,77 (2. Mai 1843)	+13,13 (15. Juni 1843)	350,01 (25. April 1846)
Niederster beobacht. Stand	—35,0 (3.-4. Jan. 1838)	—	—30 (7. Febr. 1844)	318,72 (1. Febr. 1843?)	—18,9 (8. Febr. 1845)	320,33 (4. Jan. 1842)
Höchster beobacht. Stand	+12,0 (7. Juli 1850)	—	—	349,38 (2. Mai 1843)	+13,9 (15. Juni 1843)	350,46 (25. April 1846)

Bezüglich der an diesen Stationen statthabenden Windrichtungen wird bemerkt, dafs zu Upernivik und Jakobshafen die östliche, zu Godthaab die nordöstliche im Jahre die vorherrschendste ist, dafs aber in den Sommer- und Frühlingsmonaten der Südwest häufig vorkommt. Die Zahl der Tage mit Niederschlägen beträgt im mehrjährigen Mittel zu Upernivik 64, zu Jakobshafen 113 und zu Godthaab 173 im Jahre. *Ku.*

F. Duprez. Sur l'état météorologique de la ville de Gand, pendant l'année 1857. Bull. d. Brux. (2) IV. 11-12†; (Cl. d. sc. 1858. p. 11-12); Inst. 1858. p. 208-208*.

A. Quetelet. Quantité d'eau tombée à Bruxelles du 1 décembre 1856 au 1 décembre 1857. Bull. d. Brux. (2) IV. 12-12†.

Hr. Duprez bemerkt, dafs der Gang der meteorologischen Elemente — Temperatur, Luftdruck, Feuchtigkeit und Niederschläge — im Jahre 1857 sich bedeutend verschieden gegen den aus mehrjährigen Mitteln ergebenden sich zeigte. So ergab sich die mittlere Jahrestemperatur um 1,1° C. (0,88°) höher, als die für die Periode 1839 bis 1856 zu 10,3° C. sich herausstellende; die Regenhöhe betrug 428,5mm an 116 Tagen mit Niederschlägen, während aus der 18jährigen Periode die mittlere Regenmenge 771,3mm für 159 Regentage ist. Ein ähnliches Resultat giebt bezüglich der Regenquantität des Jahres 1857 auch Herr Quetelet für Brüssel an, indem vom 1. December 1856 bis 1. December 1857 die dort gefallene Regenmenge 507,19mm, vom 1. Januar bis Ende December 1857 dieselbe nur 433,39mm — an 159 Tagen — betrug, während das 20jährige Mittel für Brüssel (1833 bis 1852) 726,98mm Regenhöhe an 192,2 Tagen mit Niederschlägen ausmacht. Die Abweichungen der Menge der Niederschläge im Jahre 1857 war für nachbenannte Orte die folgende:

	Abweichung der Menge Niederschläge vom normalen Mittel	Abweichung der Zahl der Regentage im Jahre 1857	Normale Menge der Niederschläge	Normale Zahl von Regentagen
Gand	—12″ 7,61‴	—23	28″ 5,79‴	159
Brüssel	—10 10,25	—53	26 7,61	192
München [1]	— 6 9,08	—40	30 4,848	177
Hohenpeifsenberg [1]	— 2 5,5	—	21 7,44	—

Ku.

[1]) Münchn. gel. Anz. XLVI. 384.

A. Petermann. Die sogenannten „König Max-Inseln", Kerguelen, St. Paul, Neu-Amsterdam u. s. w., eine geographische Skizze der hauptsächlichsten Inseln im südlichen indischen Ocean. Petermann Mitth. 1858. p. 17-33.

Die in diesem Aufsatze enthaltenen meteorologischen Daten beziehen sich einerseits auf die am Bord des Schiffes La Rochelle unter 53° 10′ südl. Breite und 72° 36′ 9″ östl. Länge von Neumayer während eines Sturmes am 9. und 10. Januar 1857 angestellten meteorologischen Beobachtungen, dann auf die Angabe einiger allgemeinen klimatischen Eigenschaften einzelner der oben genannten Inseln. *Ku.*

J. P. Wolfers. Vergleichung der drei Sommer von 1842, 1846 und 1857 in Berlin. Grunert Arch. XXX. 73-75†.

Auch Hr. Wolfers sucht die Eigenthümlichkeiten des Jahres und besonders die der Sommermonate von 1857 einer näheren Betrachtung zu unterziehen, und vergleicht dieselben zu dem Zwecke mit den ebenfalls anomalen Sommermonaten der Jahre 1842 und 1846. Wenn man als einen Sommertag einen solchen bezeichnet, dessen mittlere Temperatur mindestens 15° betrug, so ergeben sich für 1842 innerhalb der Periode 28. Mai bis 9. September (während 105 Tagen) 53 Sommertage, für 1846 vom 22. Mai bis 12. September (114 Tage) 67, für 1857 vom 21. Mai bis 18. September (121 Tage) 74 Sommertage. In allen diesen drei Jahren ist der August hervorragend durch die höchste mittlere Temperatur, durch die Höhe der gröfsten Temperatur und durch die Zahl der Sommertage 28, 25 und 26 der genannten drei Jahrgänge), während der letzte Sommer (1857) die beiden anderen hauptsächlich durch eine hohe Temperatur im Mai (mit 7) und September (mit 6 Sommertagen) übertrifft. Bezüglich der anhaltenden Dürre bemerkt der Verfasser, dafs 1857 mehr Regentage sowohl als auch eine gleichförmigere Vertheilung derselben auf den Sommer, als in den beiden anderen Jahren stattgefunden habe, und dafs im Jahr 1842 eine wirklich trockene Zeit von 30 Tagen stattfand, innerhalb welcher in Berlin kein Tropfen Regen fiel. — Mit einer Zusammenstellung der

mittleren täglichen, sowie des Maximums der Temperatur, der Zahl der Sommertage, sowie der Gewitter mit Regentagen während der Sommerperioden innerhalb des 21. Mai und 18. September der genannten drei Jahrgänge schliefst Hr. Wolfers seine Betrachtungen. *Ku.*

Hilber. Meteorologische Beobachtungen angestellt zu Passau in den Jahren 1852 bis 1857. Z. S. f. Naturw. XII. 247-247†.

Die sechsjährigen Beobachtungen gaben für Passau die mittlere Jahrestemperatur zu 8,65°, den mittleren Luftdruck von 325,36''', die höchste und niederste Temperatur beziehungsweise zu 28,0° und — 15,25° etc. *Ku.*

Fernere Literatur.

Venetz und Tscheinen. Jahrgänge in Wallis von 1803 bis 1834. Wolf Z. S. 1858. p. 100-101†. (Eine allgemeine und kurze Charakteristik der durch Kälte, Getreide- und Weinertrag sich besonders auszeichnenden Jahre der genannten Periode. Ku.)

L. Blodget. Climatology of the United States and of the temperate latitudes of the north american continent. Philadelphia 1857. p. 1-536; Silliman J. (2) XXV. 235-247. Siehe Berl. Ber. 1857. p. 483, 541.

Barthe. Observations de météorologie faites pendant le voyage de la frégatte „la Sibylle". C. R. XLVI. 735-735†.

G. v. Liebig. Discussion of some meteorological observations made on Parisnath hill. p. 1-47.

Aus den im Jahre 1857 angestellten meteorologischen Beobachtungen des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. gewonnene Ergebnisse. Jahresber. d. Frankf. Ver. 1856-1857. p. 84-87 (Tabelle).

Uebersicht der Ergebnisse aus den im Jahre 1858 angestellten meteorologischen Beobachtungen des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. Jahresb. d. Frankf. Ver. 1857-1858. p. 78-81 (Tabellen). (Hierüber findet man alles Nöthige in dem Werke Dove's, über das oben berichtet wurde. Ku.)

L. H. Gulick. The climate and productions of Ponape or As-

cension island, one of the Carolines, in the Pacific Ocean. Silliman J. (2) XXVI. 40-42.

J. Henry. Meteorology in its connection with agriculture. Washington 1858.

E. J. Lowe. An account of the weather in various localites during the 15th of March, 1858 (the day of the great solar eclipse); together with observations of the effect produced by the diminution of light upon the animal and vegetable kingdoms. Proc. of Roy. Soc. IX. 213-215† (Abstract).

S. P. Hildreth Abstract of a meteorological journal kept at Marietta, Ohio. Silliman J. (2) XXV. 357-361.

K. Rothe. Meteorologische Beobachtungen zu Oberschützen im Jahre 1857. Verh. d. Presb. Ver. 1858. 1. p. 55-57†. (Drei Tabellen, von welchen die erste die Monatsmittel und das Jahresmittel des Barometerstandes für 6 U. Mgrs., 2 und 10 U. Ab. mit dem zugehörigen allgemeinen Mittel, so wie den höchsten und niedrigsten Luftdruck, die zweite in etwas ausgedehnter Weise den jährlichen Gang der Wärme, und die dritte jener Tabellen die monatlichen Resultate über Himmelsschau, Tage mit Niederschlägen, Gewittern etc. darstellt: Ku.)

J. Lamont. Meteorologische Beobachtungen, angestellt an der kgl. Sternwarte bei München während des Jahres 1856. Ann. d. Münchn. Sternw. (2) X. 39-94†.

— — Meteorologische Beobachtungen, angestellt an der kgl. Sternwarte bei München während des Jahres 1857. Ann. d. Münchn. Sternw. (2) X. 109-164†. (Die unmittelbar zu festen Stunden angestellten Beobachtungen über Temperatur, Luft- und Dunstdruck, Windrichtung, Windstärke, Bewölkung und Wolkenzug für jeden Tag der genannten zwei Jahre. Für das Jahr 1856 ist noch die Zahl der auf der Sternwarte wahrgenommenen Gewittererscheinungen sowohl, als auch der Gewitter, welche München berührten, angegeben. Den Beobachtungen des Jahres 1857 ist der Gang der meteorischen Niederschläge während aller Monate genannten Jahres noch angefügt. Ku.)

G. Ausfeld. Meteorologische Beobachtungen in Schnepfenthal (bei Gotha). Z. f. f. Naturw. XII. 468-468†. (Monatliche Resultate für Thermometer-Psychrometer- und Barometerstand der Jahre 1857 und 1858. Ku.)

Meteorologische Beobachtungen in Kopenhagen 1857. Overs. over Forhandl. 1857.

H. Hoffmann. Klimatologische Beiträge. Sechster Ber. d. oberrh. Ges. p. 12-17.

T. Conzen. Meteorologische Beiträge. Sechster Ber. d. oberrh. Ges. p. 34-43.

P. M. Barnabita. Osservazioni meteorologiche fatte nell' J. C. R. Liceo di Livorno. Cimento VII. 368-375.

A. Berti. Sopra un fenomeno meteorologico. Cimento VIII. 95-96.

C. A. Virgin. Voyage autour du monde sur la frégate Suédoise l'Eugenie 1851-1853. Physique 1. Stockholm 1858.

P. Secchi. Di alcuni resultati ottenuti dalle corrispondenza meteorologica telegrafica. Cimento VIII. 96-102.

Koch. Meteorologische Beobachtungen in Bern, Burgdorf und Laanen im Sommer und Herbst 1856, im Winter und Frühjahr 1857. Mitth. d. naturf. Ges. zu Bern 1857. p. 82-94†, p. 141-152†. (Bodentemperaturen für Juni mit November 1856; dann die täglichen Beobachtungen zu festen Stunden der genannten Zeitabschnitte. Ku.)

E. Wind.

J. Chappellsmith. On the characteristik action of the barometer during the passage of a revolving storm, such as a hurricane or tornado being a small rise and not a great fall. Silliman J. XXIV. 18-23.

Hr. Chappellsmith will Thatsachen herbeiführen, die nachzuweisen geeignet sein sollen, dafs ein bedeutendes Fallen des Barometerstandes bei herannahenden Orkanen oder Tornados, und überhaupt bei allen Gewitterstürmen, und ebenso auch das angebliche Steigen der Quecksilbersäule im Barometer an Stellen, die der Axe oder dem Centrum des Sturmes nahe liegen, nicht blofs unwesentliche Elemente seien, sondern dafs sie auch nicht hinreichend durch Thatsachen begründet worden seien. Hiermit falle aber zugleich die ganze Theorie der Cyclonen, wie sie von Redfield und Anderen aufgestellt worden ist. Man müsse zur Begründung jener Theorie ansreichendere Thatsachen herbeiführen, als dies geschehen sei, und habe mindestens eine

Strecke von einer Quadratmeile auf alle Umstände genau zu untersuchen, ehe man einen Schlufs auf die rotatorischen Bewegungen machen könne. — Nun beschreibt der Verfasser wiederholt die Erscheinungen eines Tornado, der am 30. April 1852 nahe bei New-Harmony bezüglich der stattgehabten Zerstörungen verfolgt werden konnte, und wobei man eine Strecke von einer Quadratmeile Oberfläche näher zu untersuchen im Stande war, auf welcher innerhalb weniger als einer Minute gegen 7000 Bäume vom Sturme entwurzelt worden waren. Das Diagram, welches die Barometercurve vom 27. April bis 1. Mai darzustellen bestimmt ist, kann nicht als Bestätigung der vom Herrn Chappelsmith angeführten Behauptung dienen. — Ein besonderes Gewicht legt der Verfasser darauf, dafs der Einflufs auf den Barometerstand, den man gewöhnlich annimmt, mit der grofsen Entfernung und der verhältnifsmäfsig geringen Geschwindigkeit der cylindrischen Stürme nicht im Einklange stehe, indem er sich nicht vorstellen könne, wie schon drei Tage vor dem Eintritt der gröfsten Intensität des Sturmes zu New-Harmony ein Fallen des Barometers angezeigt werden konnte, da doch um jene Zeit die Axialfläche des Sturmes noch mindestens um 2000 engl. Meilen von jenem Orte entfernt war. — Seine übrigen Behauptungen, durch Zahlen sparsam unterstützt, scheinen uns wenig geeignet zu sein, um auf eine unumstöfsliche Ueberzeugung führen zu können. *Ku.*

Bonnafont. Observations de trombes de mer. Théorie de ces phénomènes. Inst. 1857. p. 281-283†.

Ueber solche räthselhafte Phänomene, wie die sogenannten Tromben es sind, neue Thatsachen herbeizuführen, die zu ihrer Erklärung nach und nach führen möchten, ist immer eine verdienstliche Arbeit, insbesondere, wenn die Beschreibung des Phänomens mit der gehörigen Unbefangenheit und ohne Streben nach einer bestimmten Hypothese durchgeführt wird. Die Abhandlung des Hrn. Bonnafont scheint zu den Arbeiten dieser Art zu gehören; es mufs daher um so mehr bedauert werden, dafs wir von derselben keine genaue Einsicht nehmen können,

sondern nur durch ein Referat dieselbe kennen zu lernen vermögen. — Hr. Bonnafont beschreibt mehrere Seetromben, die er in den Jahren 1831, 1832 und 1838 selbst zu beobachten Gelegenheit hatte, und bei welchen er die bekannten Bewegungen, die Gestalt und das Ansehen, in welchen diese Phänomene auftreten können, constatirt, und durch andere Thatsachen beleuchtet. Unter den bekannten Hypothesen dieser seltenen Erscheinungen hat keine so viele Thatsachen für sich, wie die schon vor fast 20 Jahren von Peltier aufgestellte, und mit dieser scheinen die Ansichten des Hrn. Bonnafont am meisten übereinzukommen. — Was die verschiedenen Formen, in welchen die Seetromben auftreten können, betrifft, so unterscheidet Herr Bonnafont blofs abwärts steigende und aufsteigende — diese sind die am meisten vorkommenden — und alle übrigen Formen können auf die eine oder die andere dieser beiden Grundformen zurückgeführt werden. *Ku.*

Anmerkung. In den vorstehenden meteorologischen Berichten sind die Temperaturangaben in Graden des 80theiligen Thermometers, die Längenmaafse in Einheiten des alten Pariser Fufsmaafses ausgedrückt, wenn andere Maafse nicht ausdrücklich den Zahlenangaben beigesetzt sind. *Ku.*

A. D. Bache. On the winds of the western coast of the United States from observations in connection with the U. S. Coast Survey. Silliman J. (2) XXV. 52-57†.

Die Beobachtungen sind angestellt zu

Astoria Oregon	46° 11′	nördl. Br.	123° 49′ westl. L.
San Francisco (Calfornia)	37 48	-	122 28 -
San Diego	32 40	-	117 12 -

Als Hauptresultate ergaben sich:

1) Vorwalten westlicher, Zurücktreten östlicher Winde. Beides deutet darauf hin, dafs ein Luftstrom von der See zum Lande stattfindet, welcher nicht ausgeglichen wird durch einen entgegengesetzten vom Lande zur See. Das Verhältnifs westlicher zu östlichen Winden ist 8 : 1.

2) Im Sommer sind die Westwinde häufiger als im Winter.

3) N., NO. und O. weht häufiger des Morgens als Abends.

4) SO., S., SW. Winde wehen zu allen Tageszeiten ziemlich gleich häufig.

5) NW., seltener W., ist die gewöhnliche Richtung des Seewindes in Astoria und S. Diego, W., seltener SW., die des Seewindes in S. Francisco.

6) Der Sommer, besonders der Juli, ist die windige Jahreszeit. NW. bildet den Hauptwind des August in Astoria und S. Diego, W. und SW. in Francisco.

7) Der Winter ist die ruhigere Jahreszeit, besonders zeichnen sich März und September durch ihre Windstillen aus. *V.*

J. P. Espy. On the law of storms. Phil. Mag. (4) XV. 345-349†.

Der Genannte hat die Beobachtungen von 170 Stürmen, welche die Vereinigten Staaten heimgesucht haben, analysirt und gefunden:

dafs Regen und Schneestürme von West nach Ost verlaufen;

dafs die Stürme mit tiefem Barometerstande begleitet sind nahe der Centrallinie der Sturmbahn, mit höherem in der Front und im Rücken des Sturms;

dafs in grofsen Stürmen der Wind zu beiden Seiten des geringsten Luftdruckes entweder direct oder in schiefer Richtung nach dieser Linie hin weht.

Das Hinzuströmen der Luft nach dem Centrum wird bedingt durch Emporsteigen der Luft in der Mitte, welches oft so heftig geschieht, dafs allerlei Gegenstände hoch emporgehoben und meilenweit von ihrer ursprünglichen Lagerstätte herabgeworfen werden. Ebenso schliefst der niederfallende Hagel häufig Sand und Steine und dergleichen ein, welche vorher durch den aufsteigenden Luftstrom in die Höhe gehoben waren.

Die aufsteigende Luft schlägt den aufgelösten Wasserdampf in einer gewissen Höhe nieder und die dadurch frei gewordene Wärme trägt dazu bei, das weitere Aufsteigen zu begünstigen.

In den grofsen Winterstürmen der Vereinigten Staaten ist nach des Verfassers Untersuchungen der NS. Durchmesser 4 bis 5

mal gröfser als der OW. Durchmesser. Nicht alle Orkane bilden Wirbel. Wo dies der Fall ist, giebt der Verfasser ein spiralförmiges Herandrängen an das Centrum (den aufsteigenden Theil) des Wirbels zu.

Hr. Espy spricht sich schliefslich gegen Herschel aus, welcher früher einmal gesagt, die oben erwähnte Theorie sei defshalb nicht richtig, weil, wenn der Wind von allen Seiten gegen den Mittelpunkt des Sturmes wehe, nothwendig das Barometer dort höher steigen müfste. F.

---

v. Baeyer. Ueber die Bahnlinie der Winde auf der sphäroidischen Erdoberfläche. Pogg. Ann. CIV. 377-404†.

Der genannte Verfasser führt das Spiel der Winde zurück auf den Rotationsunterschied der Erde und der Atmosphäre bei gleichzeitiger Einwirkung einer nördlichen (Polar-) und südlichen (Aequatorial-) Strömung.

Rotirt die Erde schneller als die Atmosphäre, so herrscht Ostwind, welcher durch die Nordströmung, je nach ihrer Stärke in ONO., NO. oder NNO., durch eine Südströmung eben so in OSO., SO. oder SSO. verwandelt wird.

Rotiren Erde und Atmosphäre gleich schnell, so herrscht Windstille, gleichzeitig wehender Nord oder Süd bleiben unverändert.

Rotirt die Erde weniger schnell, als die Luft, so herrscht Westwind, der durch die Nord- oder Südströmung nach Nord oder Süd zu abgelenkt wird.

Denkt man sich die Erde ruhend, so wird ein Lufttheilchen, welches unter einem gewissen Winkel gegen den Meridian in Bewegung gesetzt wird, und in der ihm gegebenen Richtung seinen Weg ohne Störung unter dem allgemeinen Einflufs der Schwere fortsetzt, eine kürzeste Linie beschreiben, welche auf dem Erdsphäroid eine Curve doppelter Krümmung darstellt. Wenn man von einem Meridian ausgehend, sie um die ganze Erde verlängert bis wieder zu demselben Meridian, so kehrt sie nicht zu dem Ausgangspunkt zurück, sondern windet sich bei fortgesetzter Verlängerung spiralförmig um den Pol, ohne denselben je zu er-

reichen. Wird nun das Erdsphäroid in Rotation versetzt gedacht, so wird jenes Luftheilchen da, wo es sich in Bewegung setzt, schon eine Rotation besitzen, es geht nunmehr nicht mehr den kürzesten Weg, sondern sein Weg wird die Abwickelung der kürzesten Linie nach dem ihm innewohnenden Rotationsverhältniſs auf der sphäroidischen Oberfläche sein, wobei zu bemerken, daſs, was von der kürzesten Linie selbst gilt, von ihrer Abwickelung in verstärktem Maaſse gelten wird. Es folgt hieraus unter andern, daſs kein Wind aus einer namhaften Poldistanz nach den Polen hinwehen kann, daſs also daselbst im Allgemeinen Windstille herrschen müsse.

Die allgemeine geometrische Natur dieser Wege, welche die Bahnen der Winde darstellen, läſst sich in folgender Weise charakterisiren:

Ein Südostwind der nördlichen Halbkugel gelangt aus Gegenden, die weniger schnell als die Atmosphäre rotiren, in immer nördlichere Regionen. Da die Rotationsgeschwindigkeit der Erdoberfläche je nördlicher, um so mehr abnimmt, so muſs dieser Wind, der anfangs gegen die Erde zurückblieb, von einem gewissen Punkte an, wo er sich gleich schnell mit ihr bewegt, späterhin derselben vorauseilen. Die östliche Richtung wird bei jenem Punkte aufhören, und drüber hinaus sich in eine westliche verwandeln, an dem Wendepunkt herrscht reiner Südwind. Ein Südostwind wird also immer mehr Süd und später Südwest.

Ein Nordwestwind der nördlichen Halbkugel hat anfangs eine gröſsere Rotationsgeschwindigkeit als die Erde, kommt nun, indem er nach Süden vorschreitet, in Gegenden, deren Rotationsgeschwindigkeit immer gröſser wird. An einem Punkte wird die Erdoberfläche ihn gewissermaſsen einholen, drüber hinaus nach Süden zu, ihm vorauseilen, alsdann hat sich der Nordwest in Nordost verwandelt. An jenem Punkte gleicher Rotationsgeschwindigkeit hatte der Wind rein nördliche Richtung. Jeder Nordwestwind wird also bei seinem Vorsehreiten nördlicher und geht zuletzt in Nordost über.

Ein Wind, der ursprünglich Nordost war, wird immer östlicher, denn er kommt, südlich vordringend, in Gegenden, die je südlicher, desto mehr ihm vorauseilen.

Ein Südwestwind wird immer westlicher, denn er kommt, nördlich vordringend, in Gegenden, die immer mehr gegen ihn zurückbleiben.

Für die südliche Halbkugel gelten dieselben Verhältnisse, wenn man statt Nord, Süd und statt Süd, Nord setzt, also ein Nordostwind wird Nord, dann Nordwest, ein Südwestwind Süd, endlich Südost, ein Südostwind wird immer östlicher, ein Nordwestwind immer westlicher.

Es folgt aus dem obigen, dafs auf der nördlichen Halbkugel alle nördlichen Winde (Nordwest und Nordost), schliefslich Nordost werden (Polarströmung), alle südlichen (Südost bis Südwest) Südwest werden (Aequatorialströmung). In gleicher Weise wird auf der südlichen Halbkugel aus allen südlichen Winden Südost, aus den nördlichen Nordwest.

Treffen sich nordwestlicher und südöstlicher Strom (auf der nördlichen Halbkugel) so, dafs sich ihre halbkreisförmigen Bewegungen zu einem vollen Kreise ergänzen, so entsteht ringförmiger Sturm. In der südlichen Halbkugel setzt sich derselbe zusammen aus einem Südwest- und Nordostwind.

Die ringförmigen Stürme, heifst es, die auf solche Weise entstehen, „drehen sich auf der dem Aequator zugewandten Seite in einem der Rotation entgegengesetzten Sinne, d. h. in der Richtung von Ost nach West[1]).

In dem zweiten Theil der Untersuchungen werden nun die oben abgeleiteten Curven genauer mathematisch bestimmt, und beispielsweise die Coordinaten verschiedener Winde berechnet, wobei selbstverständlich von der Einwirkung unbekannter Ursachen, welche in der Wirklichkeit die Geschwindigkeit modificiren, als Reibung an der Erdoberfläche, localer Widerstand, Temperaturveränderungen etc. abgesehen worden. *V.*

[1]) Nach den Untersuchungen von Dove, Redfield und Reid erfolgt dagegen die Drehung bei den Wirbelstürmen auf der dem Aequator zugewandten Seite in einem der Rotation gleichen Sinne, d. h. in der Richtung von W. nach O. Vergl. Dove Gesetz d. Stürme p. 18-23; s. auch Berghaus klimatogr. Atlas p. 3. Taf. 8.

L. Lose. Ueber die täglichen Schwankungen des Windes. Pogg. Ann. CIV. 449-460†.

Als Resultat sechsjähriger Beobachtungen führt der Verfasser an, dafs die Ablenkung der Windfahne von Morgens 7 bis Nachmittags 5 Uhr in der Richtung nach Westen vor sich geht, dafs dann eine rückschreitende Bewegung eintritt, welche um 9 Uhr Abends ihr östliches Maximum erreicht und von da an wieder westlich wird, um vielleicht gegen Morgen abermals nach Osten zurückzukehren.

In dem Verhalten der Monatscurven finden sich manche Verschiedenheiten, doch ist auch hier bei der Mehrzahl eine mit der Höhe des Tages zunehmende westliche Abweichung und dabei ein Verschieben der Stunden gröfster Abweichung in der Winter- und Sommerzeit nicht zu verkennen. Vom Winter zum Sommer wird die Ablenkung bedeutender, vom Sommer zum Winter geringer, so dafs es wahrscheinlich wird, dafs die Ursache des Phänomens in der Erwärmung durch die Sonne zu suchen sei.

Auffallend sind die Anomalien in den Monaten Februar und September. Die tägliche Schwankung in Graden der Windrose ausgedrückt fand sich nämlich im

Januar . . .	11°	Juli	54°
Februar . .	67	August . . .	54
März . . .	27	September .	267
April . . .	28	October . .	18
Mai	71	November . .	4
Juni	76	December . .	21

Bemerkenswerth hierbei ist, dafs jene beiden Monate Wendepunkte bilden in Bezug auf die Windrichtung, denn vom März bis September weht der Wind mehr nördlich (Nordost im Frühling, Nordwest im Sommer), vom October bis Februar mehr südlich (Süd und Südost). V.

T. Hopkins. On the influence of heated terrestrial surfaces in disturbing the atmosphere communicated by Fairbairn. Proc. of Roy. Soc. IX. 227-229†; Phil. Mag. (4) XVI. 531-532.

Hr. Hopkins meint, die Theorie, zufolge welcher die Luft, wenn sie erwärmt werde, aufsteige, oben nach der Seite abfliefse, während kältere unten zuströme — könne nicht ohne Weiteres auf die Atmosphäre der Erde angewandt werden. Die Sonnenwärme bewirke, indem sie auf der ganzen Erdfläche wirkt, zwar ein Aufsteigen, aber kein Ueberfliefsen, da in der Nachbarschaft ebenfalls Luft aufsteige und die Differenz der Höhen des Aufsteigens in benachbarten Breiten jedenfalls geringe sei. Die Sonnenwirkung bringt deshalb eine kaum bemerkbare Aenderung im Gewicht einer verticalen Luftsäule hervor, und kann deshalb nicht allein Ursache der grofsen Störungen in der Luftbewegung sein. Dieselben werden vielmehr vermittelt durch den Niederschlag des Wasserdampfes. Indem die Wärme der Erdoberfläche sich der Luft mittheilt, wird ein grofser Theil verbraucht, den Wasserdampf im luftförmigen Zustande zu erhalten. Der Wasserdampf gelangt nun an verschiedenen Stellen in verschiedene Höhen und wird hier niedergeschlagen. Die dadurch freigewordene Wärme erzeugt ein neues Aufsteigen der Luft und Zufliefsen horizontaler Strömungen, damit das gröfste Gleichgewicht hergestellt werde. Auf diese Weise sollen nicht nur die Passat- und Monsoonwinde, sondern auch die Stürme und localen Winde in den verschiedenen Gegenden der Erde erzeugt werden. *V.*

F. Regen, Schnee, Hagel.

Zur Hyetographie Californiens. Petermann Mitth. 1858. p. 45-45†.

In einer kurzen Notiz wird mitgetheilt, dafs die californische Küstenregion eine der regenreichsten Districte Nordamerikas sei. Beispielsweise wird erwähnt, dafs 10 Flüsse daselbst nach einem Regen in 12 Stunden von 10 auf 25 Fufs stiegen und alle Dämme und Wassergräben an ihren Ufern zerstörten. *V.*

C. Martins. De la distribution des pluies en France pendant l'année 1857. (Lettre à É. de Beaumont.) C. R. XLVI. 1002-1005†.

Der Inhalt dieses Briefes bezieht sich auf die aufsergewöhnlichen Regenverhältnisse des Jahres 1857. Im Norden Frankreichs eine unerhörte Trockenheit, im Süden und Südwesten zwischen dem Meer, der Rhone und den Cevennen in den Niederpyrenäen Regenfluthen und Ueberschwemmungen.

Die Regengüsse der südlichen Gegenden waren besonders grofs im Frühling und Herbst, die Trockenheit des nördlichen Frankreichs besonders im Sommer und Herbst excessiv. Hier versengte Fluren, dort Ueberschwemmungen. *V.*

Manoel da Cunha Gatros. Beobachtungen über die Regenmenge zu Rio de Janeiro. Petermann Mitth. 1858. p. 421-422.

Wir heben die folgende Tabelle hervor, welche die Mittel enthält, die sich aus den Beobachtungen während der Jahre 1851 bis 1854 ergeben.

	Zahl der Regentage.	Regenmenge in Millimeter.
Januar	11	94,5
Februar	10,5	140,6
März	9,7	126,4
April	6,2	65,4
Mai	7,5	180,5
Juni	5,5	39
Juli	3,5	22,9
August	7,2	131,2
September	5,7	42,7
October	8,5	78,5
November	8,5	162,5
December	10	78,5.

Nimmt man hierauf die Mittel der Jahreszeiten, so ergiebt sich

	Zahl der Regentage.	Regenmenge in Millimeter.
für December bis Februar . .	31,5	313,6
- März bis Mai	23,4	372,3
- Juni bis August	16,2	193,1
- September bis November .	23,7	283,7

Die trockne Jahreszeit ist also der Winter und Frühling.

V.

Verteuil. Ueber die Regenmenge auf der Insel Trinidad. Petermann Mitth. 1858. p. 423-423†.

Die Beobachtungen wurden an zwei Orten in Port of Spain angestellt, und umfassen den Zeitraum von 1825 bis 1854. Danach fiel im Mittel (das Maafs ist nicht angegeben):

December . .	6,66	11,24
Januar . . .	2,70	
Februar . . .	1,88	
März	1,35	9,02
April	2,41	
Mai	5,26	
Juni	7,63	28,40
Juli	8,63	
August . . .	12,14	
September . .	7,51	21,54
October . . .	7,51	
November . .	6,52	

Auch hier sind Winter und Frühling die trocknere Jahreszeit, Sommer und Herbst die feuchten. *V.*

Lamont. Höhe des meteorischen Wassers im Jahre 1857. Ann. d. Münchn. Sternw. (2) X. 164-164.

Die gröfste Menge des Niederschlages während des Jahres 1857 fiel im August (56,11‴), die geringste im Februar (2,65‴).

V.

M. Boussignault. Recherches sur la quantité d'acide nitrique contenue dans la pluie, le brouillard, la rosée. C. R. XLVI. 1123-1129†, 1175-1183; Chem. C. Bl. 1858. p. 646-650.

In dem ersten dieser beiden Aufsätze giebt der Verfasser die Methode seiner Untersuchung an, in dem zweiten die Resultate.

Als Erkennungsmittel für die in den Niederschlägen enthaltene Salpetersäure dient Indigolösung. Indefs lehrte die Erfahrung, dafs die gleichzeitig vorhandenen organischen Stoffe die Entdeckung sehr kleiner Mengen der Säure unmöglich machten. Es müssen deshalb diese Stoffe durch Verbrennung entfernt werden. Wenn man Pflanzen einäschert, so werden, falls dieselben salpetersaure Salze enthalten, diese letzteren zersetzt; man erhält nur kohlensaure Salze. Durch Zusatz von Schwefelsäure und übermangansaurem Kali wird diese Zersetzung verhindert, es entwickelt sich so viel Sauerstoff, dafs er die verbrennbaren organischen Substanzen oxydirt, ohne dafs die Salpetersäure ihren Sauerstoff herzugeben braucht.

Destillirt man die Flüssigkeit, so geht nun Salpetersäure über, man setzt Baryllösung zum Destillat und erhält so eine Lösung von salpetersaurem Baryt, zugleich wird die übergegangene Schwefelsäure gefällt. Nunmehr kann die Indigolösung zur Erkennung der Salpetersäure angewandt und die geringsten Spuren der letzteren ohne Schwierigkeit entdeckt werden.

Wie bei Pflanzen, so kann nun dies Verfahren auch bei den organischen Beimischungen der atmosphärischen Niederschläge angewandt werden. In solcher Art hat nun Hr. Boussignault zu öftern Malen Regen-, Schneewasser, Nebel und Thau untersucht und gefunden, dafs stets Salpetersäure darin enthalten, auch wenn keine bemerkbaren elektrischen Störungen in der Atmosphäre vorhanden waren.

Regen ergab in einem Litre Wasser zwischen 0,32 und 2,11^{mg} Salpetersäure, Schneewasser zwischen 0,32 und 4,00^{mg}, Hagelwasser einmal 0,25, ein andermal 0,83^{mg}, Nebelwasser 0,39 bis 1,83^{mg}, ja einmal 10,11^{mg}, Thauwasser 0,05 bis 1,12^{mg}. In den meisten Fällen fand sich Ammoniak, mit welchem die Salpeter-

säure also verbunden ist, besonders im Nebel, der dadurch sich dem Geruch bemerkbar machen kann. *V.*

Fitz Roy. Sur les tempêtes de grêle. Inst. 1858. p. 372-372†.

Der Verfasser theilt Dove's Ansicht über die Hagelstürme und zweifelt nicht, dafs kalte Polarströme, indem sie auf feuchte Aequatorialwinde stofsen und sich mit ihnen vermischen, die Hauptrolle bei diesem Phänomen spielen. Man hat wohl das Vorkommen von Hagelwettern in der Nähe des Aequators bezweifelt; Hr. Roy giebt an, er sei Zeuge gewesen von dergleichen Phänomenen, welche nur einige Grade vom Aequator stattgefunden hätten. *V.*

Pluies extraordinaires et inondations en Amérique. Cosmos XIII. 118-118†.

Während Europa zu jener Zeit über grofse Trockenheit klagte, stürzten wahre Wasserfluthen über Westamerika hin, besonders in der Zeit zwischen dem 1. Mai und 14. Juni. In sechs Wochen fiel über eine weite Fläche mehr als $\frac{1}{4}$ von der jährlichen durchschnittlichen Regenmenge. Ein Regenmesser zeigte innerhalb 24 Stunden (11. bis 12. Juni) 12cm Wasserhöhe. *V.*

G. Wolken, Nebel.

W. S. Jevons. On the forms of clouds. Phil. Mag. (4) XV. 241-255*.

Der Verfasser geht davon aus, dafs die Form der Wolken abhängig ist von den Bewegungen der betreffenden Luftmassen innerhalb der Atmosphäre, wie sie durch Unterschiede im specifischen Gewicht bedingt sind.

Indem er innerhalb einer Flüssigkeit Strömungen hervorbringt, die durch gleichzeitig erzeugte Niederschläge sichtbar gemacht werden, schliefst er aus der Aehnlichkeit dieser letzteren mit gewissen Wolkenformen auf analoge Bewegungen der Luft innerhalb der Atmosphäre, welche bei der Bildung der Wolke thätig waren.

Die Niederschläge, an denen die Formen der Wolken und die Bewegungen der Flüssigkeit sichtbar gemacht werden, entstehen durch Einwirkung einer sehr diluirten Kochsalzlösung auf eine ebenfalls sehr verdünnte Lösung von salpetersaurem Silberoxyd. Ein Zusatz von etwas Zucker zu der einen oder der andern oder Verschiedenheit der Temperatur etc. dienen dazu, specifische Unterschiede hervorzubringen. Um die Vorgänge bequem und genau beobachten zu können, dient ein flaches parallelepipedisches wasserdichtes Glasgefäfs, dessen Wände aus Spiegelscheiben bestehen.

Als Resultate ergaben sich dem Verfasser (wir nehmen hier noch seine früheren Untersuchungen über die Cirrhusbildung vom Juli 1857 hinzu) folgende:

1) Der Cirrhus entsteht durch Vermischung zweier feuchten Luftschichten, von denen die untere die wärmere und leichtere ist

2) Bei der bekannten Art der Erzeugung des cumulus durch einen aufsteigenden Strom von warmer feuchter Luft, hat man einen Umstand übersehen, dafs nämlich die aufsteigende Bewegung bald, nachdem der Niederschlag begonnen, aufgehalten wird. Ursache dieser Erscheinung ist zum Theil das Gewicht der niedergeschlagenen Wassertheilchen.

3) Wenn nur ein theilweiser Niederschlag des Wasserdampfes stattgefunden, so wird die aufsteigende Luftmasse nicht mehr so aufgehalten, sie bewegt sich nicht mehr wie beim cumulus herab, sondern bleibt daselbst im Gleichgewicht mit der umgebenden Luft. Indem sie sich nunmehr verbreitet in Form eines stratus, entsteht die unter dem Namen des cumulostratus bekannte Wolkenart.

4) Wenn aber Sinken und Zusammenfliefsen der wäfsrigen Wolkentheile in Regen zunimmt und fortdauert, so wird die Luft durch die Wolken hindurch allmälig von dem Gewicht des Wassers befreit, und indem zugleich auch eine Menge Wärme durch die Niederschläge frei geworden, steigt die Luft höher, durchdringt die drüberliegenden Schichten und erzeugt da (vergl. Nr. 1) Cirrhus, wie man dies beim Nimbus, bei der Regenwolke, bei der Gewitterwolke sieht.

Am Schlusse der Abhandlung theilt der Verfasser seine Ansicht von der Elektricität der Gewitterwolke mit. *V.*

M. A. F. Prestel. Ueber den Moorrauch des Jahres 1857. Petermann Mitth. 1858. p. 106-110†.

Hr. Prestel schildert die Localität der vier Hauptmoore zu beiden Seiten der Ems (des ostfriesischen Hochmoores, des Aremberger, Bourtoner Moors und des Twist), welche jährlich auf einem Flächenraum von circa 30 bis 40000 Morgen abgebrannt werden, um sie für die Cultur des Buchweizen, Roggen etc. zu gewinnen. Die Rauchsäulen erschienen nach einer Beobachtung in 2 Meilen Entfernung 11° über dem Horizont, erreichten also circa 11,000 Fufs Höhe. Die Verbreitung des Rauches erstreckte sich in südöstlicher Richtung bis nach Krakau und Wien. Das Abbrennen findet hauptsächlich im Mai und Juni statt, seltener im September, wenn Roggen gebaut werden soll.

Auch andere Brände können Höhenrauch erzeugen. In Ostfriesland ist es üblich, das Rapssaatstroh zu verbrennen. Dabei wird nicht selten die ganze sichtbare Halbkugel des Himmels leicht getrübt, als ob sie mit cirrhostratus überzogen wäre. Entfernte Gegenstände sind in Duft eingehüllt und gegen Abend lagern sich am Horizont weithin wolkenartige Schichten.

In derselben Weise ist es klar, dafs jeder ausgedehnte Haide-, Steppen- oder Waldbrand dieselben Erscheinungen hervorbringen kann, desgleichen vulcanische Erdbrände, wie z. B. im Jahre 1783, wo in Carlsruhe lange Zeit Höhenrauch beobachtet wurde, während in Süditalien und auf Island die Vulcane in Thätigkeit waren.

Es wird ferner nachgewiesen, dafs das Moorbrennen keine bemerkbare Einwirkung auf die Witterung habe; trocknes Wetter begünstigt das Moorbrennen und also auch den Höhenrauch. Weit verbreiteter Höhenrauch ist ein sicherer Beweis für ein trocknes Frühjahr.

Der Einflufs auf die Gesundheit und das Gedeihen der Früchte ist nicht bemerkbar.

Um den Morrauch ganz verschwinden zu lassen, heifst es schliefslich, müsse man die Moorcolonien entwickeln durch Anlage von Capital. *V.*

H. Luftdruck.

M. Airy. Lettre à le Verrier relative a une grande depression barometrique observée le 24 mai. C. R. XLVI. 1080-1082.

Aus einer Vergleichung der Barometerstände zu jener Zeit folgert Hr. Airy, dafs die Luftwelle über England und Frankreich in der Richtung von West nach Ost vorgeschritten sei, und dafs die Intensität des Phänomens nach Süden zu allmälig geringer wurde. V.

P. Secchi. Sur la marche des ondes atmosphèriques en Europe. C. R. XLVII. 505-508†.

Der Verfasser hat die durch Barometrographen in Oxford und Rom gezeichneten Curven mit einander verglichen und gefunden, dafs die atmosphärischen Wellen die Strecke zwischen den genannten Orten ungefähr in 1¼ Tagen durchlaufen. Die Zeit ist etwas kürzer, wenn die Welle sich von Nordwest bis Südost, etwas länger, wenn sie von Südost bis Nordwest verläuft. Nimmt man noch die Angaben in den lithographirten Bulletins des kaiserlichen Observatorium zur Hülfe, so ergiebt sich, dafs die grofsen atmosphärischen Wellen ganz Europa etwa in einem Tage durchlaufen, und zwar meist in der Richtung von Nordwest nach Südost. Dieselben werden, indem sie gegen Süd vordringen, kleiner, und sind, wie dies bekannt ist, im Sommer weniger grofs, als im Winter.

Hr. Airy hält es für wünschenswerth, dafs, um die Gesetze des Fortschreitens näher kennen zu lernen, an vielen Orten selbstregistrirende Apparate aufgestellt werden, wodurch also die Zeiten der Wellenberge und Thäler für jeden Ort genau zu erkennen sind. V.

Fernere Literatur.

T. Hopkins. On the daily fall of the barometer at Toronto. Proc. of Roy. Soc. IX. 124-124; Phil. Mag. (4) XV. 327-327.

J. Delaharpe. Les variations de la pression barométrique sont-elles un effet sensible sur l'homme dans les Alpes. Bull. d. l. Soc. vaud. VI. 43-48.

Reslhuber. Untersuchungen über den Druck der Luft. Linz 1858.
Great height of Barometer. Edinb. J. (2) VII. 173-173.

J. Hygrometrie.

M. P. Renoux. Description du nouvel hygromètre. Cosmos XIII. 610-612.

A. Vogel jun. Experimentelle Beiträge zur Beurtheilung hygrometrischer Methoden. Münchn. Abh. VIII. 295-312.

M. Pichot. Construction d'une table pour l'hygromètre à cheveu. Cosmos XII. 678-680.

46. Physikalische Geographie.

A. Allgemeine Beobachtungen.

A. Steinhauser. Neue Berechnung der Dimensionen des Erdsphäroids. Petermann Mitth. 1858. p. 465-468†.

In Tabellenform ist von 30′ zu 30′ fortschreitend die Gröfse der Sphäroidmeridian- und Sphäroidparallelgrade, sowie der Flächeninhalt des halbgradigen Meridianstreifens, des halbgradigen Trapezes und der Zone nach Bessel's neueren Berechnungen in Toisen und geographischen Meilen gegeben. Aufserdem ist, durch Interpolation erhalten, die Gröfse des Winkels zum Aequator und Pol, sowie die Länge des Sphäroidhalbmessers angeführt.

G. G. Gemmellaro. On the gradual elevation of the Coast of Sicily from the mouth of the Simeto to the Onobola. Quart. J. geol. Soc. XIV. 504-508†.

Allmälige Erhebung eines Theiles der Küste von Sicilien. Petermann Mitth. 1858. p. 469-469†.

Die von Hrn. Gemmellaro für die Erhebung des östlichen Siciliens (zwischen der Mündung des Simeto und dem Onobola) beigebrachten Thatsachen sind schon 1845 von Sartorius von

Waltershausen beobachtet worden, der bei dieser Gelegenheit das allmälige Hervorsteigen der Continente als „säculäre Hebung" bezeichnet, und die Hebung Siciliens noch über die oben angegebene Gegend hinaus nachgewiesen hat.

L. Becker. Einige Bemerkungen über das allmälige Aufsteigen der südlichen Küste von Neuholland. v. Leonhard u. Bronn 1858. p. 294-295†.

Die Hebung des australischen Continents. Petermann Mitth. 1858. p. 477-478†.

Es werden neue Thatsachen beigebracht für die noch jetzt fortdauernde und, wenn die Angaben begründet sind, sehr starke Hebung, besonders des südlichen Theiles von Neuholland. So soll sich der Boden der Hobsonsbai und die ganze Eisenbahn in der Colonie Südaustralien in 12 Monaten um 4 Zoll gehoben haben und die Quaimauer von Melbourne jetzt 6 Fufs höher gegen den Seespiegel stehen als vor 20 Jahren. Alte Strandlinien, zum Theil höher als 100 Fufs über dem Meere, mit Schalen solcher Mollusken, die alle noch lebend im nahen Meere vorkommen, sowie die zahlreichen Salzseen im Innern — alte durch die Hebung abgeschnittene Meerbusen — zeigen das Land seit langer Zeit in Hebung begriffen, während andere Beobachtungen und der mit Recht allgemein angenommene frühere Zusammenhang mit Tasmania (Van Diemensland) eine vorhergegangene Senkung nachweisen. Seit dem Erlöschen der zahlreichen Krater des südlichen und südwestlichen Neuhollands wird nach Hrn. Becker die Oberfläche „wie durch ein langsames Athmen" auf und nieder bewegt; jetzt ist die Bewegung aufwärts.

A. Nordenskiöld. Fastlandeto höjning vid Stockholm. Öfvers af förhandl. 1858. p. 269-272.

Aus den an der Stockholmer Schleuse von 1774 bis 1852 angestellten Beobachtungen über mittleren, höchsten und niedrigsten Wasserstand der Ostsee (s. Berl. Ber. 1853. p. 638) berechnet der Verfasser nach der Methode der kleinsten Quadrate die

seculäre Hebung des Landes zu 1,77 Fuſs. Die beobachtete und von ihm berechnete mittlere Höhe des Wasserstandes der Ostsee bei Stockholm zeigt selten mehr als $\frac{1}{2}$ Fuſs Unterschied; der Einfluſs, welchen Barometerstände sowie Stärke und Richtung der Winde ausüben, ist also nicht gröſser. Die Unregelmäſsigkeit der Hebung, welche ohne Zweifel stattfand, ist in dem kurzen Zeitraum von 68 Jahren nicht bemerkbar.

Schon 1851 hat Erdmann (s. Berl. Ber. 1852. p. 649) ausgesprochen, daſs die Berechnung einer seculären Hebung aus den obigen Daten nicht ganz sicher sei, da einmal eine Verrückung der Maſsstäbe stattgefunden habe, deren Gröſse man nicht bemerkt hat.

Der tönende Sand auf der Insel Eigg, ein Gegenstück zum Gebel Nakus und Reg Rawan. Petermann Mitth. 1858. p. 405-406†.

Miller fand, daſs der durch Verwitterung des jurassischen Sandsteins der Insel Eigg an der Westküste von Schottland entstandene feine weiſse Sand in der Bucht von Laig, besonders in schiefer Richtung getreten, einen gellenden sonoren Ton hören lieſs. Besonders laut und scharf waren die Töne da, wo unter dem oberen trocknen Sande feuchter Sand lag. Der Ton ähnelte dem, welchen ein gewichster angespannter Faden beim Anschlagen mit dem Nagel erzeugt.

Der Reg Rawan, 40 Miles nördlich von Kabul, nahe am Fuſs des Gebirges, etwa 400 Fuſs hoch, trägt bis zum Gipfel eine von beiden Seiten von Felsmauern eingefaſste Sandschicht, deren Neigung 40° beträgt. „Wenn eine Anzahl Leute auf dem Sande hinabgleitet, so entsteht ein lauter hohler Ton ähnlich dem einer groſsen Trommel (Burnes, 1837)" (vgl. Berl. Ber. 1857. p. 591).

B. Meere und Seen.

G. Hagen. Ueber Ebbe und Fluth in der Ostsee. Berl. Monatsber. 1858. p. 531-531†.

Neuere sehr zahlreiche Wasserstandsbeobachtungen an der preuſsischen Küste schlieſsen sich an die früheren Resultate (Berl.

Ber. 1857. p. 567) im Allgemeinen befriedigend an, zeigen aber, dafs in der Ostsee die Fluthwelle zur Zeit der Springfluth 19, zur Zeit der todten Fluth dagegen nur 11 deutsche Meilen in der Stunde zurücklegt.

A. D. Bache. Report of the superintendent of the U. S. coast survey for 1857. Washington 1858.

Daraus zum Theil entnommen:

On the wights of the tides of the Atlantic coast of the United States from observation in the coast survey. Silliman J. (2) XXV. 47-52†.

Die Resultate sind schon im Berl. Ber. 1857. p. 569 mitgetheilt worden.

Bache. Review of the operations and results of the United States coast survey. Silliman J. (2) XXV. 81-83, 249-258.

Die Fluthlinien, d. h. die Linien, welche Punkte mit gleichzeitiger Fluth verbinden (cotidal lines), sind als Darstellung der Gipfel der nach einander vorschreitenden Futhwellen zu betrachten. Diese sind in Bezug auf Gestalt, Schnelligkeit und Richtung von der Configuration der Küste, der Meerestiefe und verschiedenen örtlichen Ursachen abhängig, und werden, wo alle Störungen fehlen, den Meridianen entsprechen, indem sich jede Fluthlinie in einer gewissen Entfernung vom Meridian des Mondes in seiner Culmination findet. Da sich die Fluthwelle von Ost nach West bewegt, so mufs sie an östlichen Küsten eine vorschreitende, an westlichen Küsten eine zurückweichende (receding) Welle sein, deren Charakter durch die Strömung des Wassers und den Druck von Nord, Süd und West bestimmt werden. Die Fluthlinien der Atlantischen Küste der Vereinigten Staaten folgen sehr deutlich dem allgemeinen Umrifs der Küste, und wechselt die Geschwindigkeit, senkrecht auf die Stirn der Fluthwellen gemessen, von 24 bis 40 Miles in der halben Stunde, während an dem bis jetzt untersuchten Stück der Pacificküste der Parallelismus der Fluthlinien mit der Küste entweder sichtlich

vorhanden ist oder ein kleiner Winkel mit der Küste gemacht wird (vergl. Berl. Ber. 1856. p. 730-731 und 1857. p. 568-569). Die Resultate aus den Untersuchungen über den Golfstrom sind in den Berl. Ber. 1854. p. 772 und 1856. p. 733 mitgetheilt.

A. D. Bache. On the tidal currents of New-Yorkbay near Sandy Hook. Silliman J. (2) XXVI. 334-342†.

Wegen des zu speciellen Interesses und ohne topographische Darstellung für einen Auszug nicht geeignet.

H. Otter. On the tides in the sound of Harris. Edinb. J. (2) VII. 272-274.

Im Harrissund (Hebriden) kommt im Sommer bei Nippfluthen der Strom den ganzen Tag aus dem Atlantischen Meer und während der Nacht aus dem Minch. Im Winter findet das Umgekehrte statt. Bei Springfluth geht Winter und Sommer der Strom vom Atlantischen Meer her fast während der ganzen Zeit, daſs das Wasser steigt, höchstens jedoch 5½ Stunden, und flieſst ins Atlantische Meer zurück den gröſsten Theil der Zeit, während das Wasser fällt. Im Harrissund ist Steigen und Fallen mehr von der Stärke und Richtung des Windes abhängig als von der Mondparallaxe. Starker Süd- oder Südwestwind bringt groſse Fluth und kleine Ebbe hervor.

J. Stark. Notes to Captain Otter's paper on the tides in the Sound of Harris. Edinb. J. (2) VII. 274-276.

W. P. Trowbridge. On deap sea soundings. Silliman J. (2) XXVI. 157-177, 386-391.

Nach den in angehängten Tabellen zum Theil mitgetheilten Untersuchungen des Verfassers erhält bei Meerestiefenmessungen

1) Das Sinkgewicht (Sinker) seine gröſste Geschwindigkeit innerhalb der ersten 3 Secunden, nachdem es die Oberfläche er-

reicht hat; diese gröfste Geschwindigkeit ist verschieden je nach der Gestalt und dem specifischen Gewicht des Sinkgewichtes und beträgt 16 Fufs in der Secunde für eine 32pfündige Kugel an einer Leine von 0,7 Zoll Stärke und 27 Fufs für ein (längliches) Gewicht von 96 Pfund, wie Dayman es gebrauchte, an einer Leine von 0,4 Zoll Stärke.

2) Wenn die Lothleine beginnt der Bewegung Widerstand zu leisten, so vermindert sich die Geschwindigkeit rasch, beträgt bei 2000 Fathoms nur 2 bis 3 Fufs in der Secunde und bei 3000 Fathoms noch weniger.

3) Diese Verminderung der Geschwindigkeit rührt nur her von dem durch die Lothleine erzeugten Widerstand, welcher in 2000 Fathoms Tiefe fast dem ganzen Gewicht des Sinkers gleich ist, während dort der vom Sinker herrührende Widerstand nur den Bruchtheil eines Pfundes beträgt; der Ueberschufs des Gewichtes des Sinkers reicht hin, der Leine eine sehr geringe Geschwindigkeit mitzutheilen.

4) Der Widerstand der Leine wechselt a) je nach dem Quadrat der Geschwindigkeit, b) je nach dem Durchmesser der Leine und c) je nach der Länge der eingetauchten Leine.

5) Die Aenderung der Schwerkraft wirkt nicht merklich auf die Schnelligkeit des Einsinkers.

6) Die Aenderung der Dichtigkeit vermehrt nicht den Widerstand in grofsen Tiefen, aber comprimirbare Körper fallen in grofsen Tiefen schneller als nahe der Oberfläche.

7) Wenn die Länge der abgewickelten Leine als Maafs für die Tiefe genommen wird, so kann der Irrthum eben so grofs werden als die gemessene Tiefe, wenn Strömungen vorhanden sind; nimmt man die Zeit und die Schnelligkeit des Sinkers als Maafs, so ist die Unsicherheit ebenfalls sehr grofs, weil man den Zeitpunkt des Aufstofsens auf den Boden nicht genau bestimmen kann. Am zweckmäfsigsten ist die Befestigung eines selbstregistrirenden Indicators an dem Sinkgewicht, welches am Boden sich ablöset, während der Indicator wieder aufgezogen wird.

8) Die Bestimmung der Tiefe mit dem bis jetzt dazu angewendeten Massey's Indicator, vorausgesetzt, dafs er immer mit derselben Leine und demselben Gewicht gebraucht wird, ist die

sicherste, aber sie ist auch durchaus ungenügend und der Fehler kann mehrere hundert Fathoms betragen.

9) Es fehlt noch eine sichere Methode um Seetiefen zu messen.

Der Verfasser schlägt eine Modification von Saxton's current indicator zu diesem Zweck vor und hofft dadurch bei 3000 Fathoms Tiefe die jetzt nöthige Zeit des Einsinkens von 1¼ Stunden auf 15 bis 20 Minuten zu bringen. In den bisherigen Bestimmungen der Tiefe auf dem „Plateau" zwischen Newfoundland und Irland kann der Irrthum 500 Fathoms betragen.

Die Messungen grofser Tiefen, wie speciell an den von Denham gemessenen von 7706 Fathoms (Berl. Ber. 1853. p. 639) nachgewiesen wird, sind durchaus unsicher. Denham fand, dafs das 9pfündige Senkblei an einer seidenen Schnur von $\frac{1}{16}$ Zoll Stärke in 3000 Fathoms Tiefe in der Secunde nur 2 Fufs sank, was ganz unmöglich ist, indem der Widerstand des Wassers auf eine Schnur von diesem Durchmesser bei 2 Fufs Geschwindigkeit in der Secunde in 3000 Fathoms Tiefe mehr als das Dreifache des Gewichtes des angewendeten Senkbleies beträgt; offenbar kann kein Sinken stattfinden, wenn der Widerstand dreimal gröfser ist als das Gewicht der sinkenden Masse. Ferner giebt Denham bei 2000 Fathoms Tiefe eine Schnelligkeit von 2¼ Fufs in der Secunde an, welche eben so wenig als die von ihm jenseit 1000 Fathoms Tiefe beobachtete der Schnur von dem Senkblei mitgetheilt sein kann. Nur bis 1000 Fathoms Tiefe ist diese Messung verläfslich, die übrigen 8 Miles verdienen kein Vertrauen!

Die Anschauung, dafs die Dichtigkeit des Wassers direct mit der Tiefe zunimmt, ist durchaus irrig, da das Wasser sehr wenig zusammendrückbar ist. So ist z. B. in 3000 Fathoms Tiefe zwar der Druck auf den Quadratzoll fast 8000 Pfund, aber die Wassersäule der 18,000 Fufs wird nur um 60 Fufs verkürzt und die Dichtigkeit also nur wenig vermehrt. Zusammendrückbare Körper, wie Holz, werden in dieser Tiefe schwerer als Wasser sein und durch ihr eigenes Gewicht sinken können.

J. Dayman. Deep sea soundings in the north Atlantic Ocean between Ireland and Newfoundland made in H. M. S. Cyclops in June and July 1857. London 1858. Petermann Mitth. 1858. p. 151-156†.

Die Sondirungen auf dem Telegraphenplateau. Z. S. f. Erdk. (2) IV. 77-78†.

Die Berl. Ber. 1856. p. 735 mitgetheilten Resultate aus Zahlen im Allgemeinen bestätigend, giebt der erste Aufsatz die von Dayman angewendete Methode der Messungen an, welche mit dem bekannten Broke'schen Lothapparat, aber mit länglichem Gewicht und mit Massey's Sounding indicator ausgeführt wurden. Es ist nicht zu ersehen, wann und wie oft die Angaben des Indicators benutzt und wie oft die Tiefe nur nach der Zeit des Ablaufens der Leine bestimmt wurde. Die Fehlerquellen der letzteren Methode werden die Tiefen zu grofs angeben, aber Dayman hält die Fehler für sehr gering, so dafs bei Tiefen von 1000 bis 1500 Fathoms der Irrthum 20 bis 25 Fathoms beträgt. Als „Plateau" stellt sich der Meeresgrund zwischen 15 und 45° westl. Länge nach den bisherigen Messungen in keiner Weise dar, vielmehr als eine „hartnäckige Folge von Berg und Thal", in welcher die gröfsten Tiefen von 2400 Fathoms auf 26° und 40° fallen!

Aus den Angaben über Temperatur der Luft, der Oberfläche und in der Tiefe des Meeres, sowie der Dichtigkeit des Wassers an der Oberfläche und in der Tiefe geht unter anderem hervor, dafs nach sechs Beobachtungen in 51° 29′ nördl. Br. und 38° westl. Länge von Greenwich bei 56,2° F. Lufttemperatur und 54° F. an der Oberfläche in 2300 Fathoms Tiefe als Minimum der Temperatur 39,2° F., als Maximum 55° F. beobachtet wurde, während als niedrigste Temperatur überhaupt 37,2° F. in 1400 Fathoms Tiefe und als gröfste Dichtigkeit 1,0275 in der Tiefe von 1325 Fathoms angegeben ist.

R. W. Haskins. The open north Polar Sea. Silliman J. (2) 84-91.

Die von Kane in 82° 30′ nördl. Breite gesehene offene Polarsee ist, wie der Verfasser aufzählt, schon oft von Robben- und Wallfischfängern erreicht worden. Sie ist eine vergessene Thatsache (a forgotten reality). Capitän Parry, der in Melville Island 74° 45′ nördl. Breite überwinterte, fand, daſs der Nordwind die Kälte mäſsige und Thauwetter hervorrief, eine Erscheinung, welche mit einer im Norden befindlichen gefrornen Oberfläche ganz unvereinbar ist. Wenn in neueren Zeiten nicht so hohe Breiten erreicht sind wie früher, so rührt das von der groſsen Verschiedenheit in der Ausbreitung und Stärke des Eises südlich des offenen Polarmeeres in den verschiedenen Jahren her; so fand Perry 1824 in der Baffinsbay das Eis 150 Miles breiter als 1819.

Maury. Sur quelques causes particulières qui peuvent influencer la température des eaux à la surface de la mer. C. R. XLVII. 72-74†.

In Bezug auf die von Deville in seiner Karte (Berl. Ber. 1852. p. 613) der Meeresoberflächentemperatur im Golf von Mexico und im Meere der Antillen angegebenen Stellen warmen und kalten Wassers bemerkt Hr. Maury, daſs die hohe Temperatur im Golf von Mexico und in der Bai von Guatemala den Sommer- und Herbstregen und dem durch sie bedingten Zustrom von süſsem warmen Wasser zugeschrieben werden könne. Die jährliche, nur auf wenige Monate vertheilte Regenmenge in der Bai von Guatemala beträgt 5 und 6 Fuſs, und wenn dort, wie wahrscheinlich wegen des groſsen Aequatorialstrom, eine Kreisbewegung des Wassers (remons) sattfindet, wird sie nicht eine Portion weniger gesalzenen und folglich leichteren Wassers einschlieſsen?

Vom Aequator bis 34° nördl. Breite beträgt im Atlantischen Ocean der Wechsel der Temperatur 20° F. und der Wechsel im specifischen Gewicht 0, d. h. die Zunahme der Dichtigkeit in Folge der Verdampfung des Wassers durch die Passate wird

durch die Sonnenwärme aufgehoben, welche das Wasser ausdehnt und leichter macht. Im 34° nördl. Breite jenseit des Golfstroms wird das Wasser leichter, obgleich es kälter ist (vergl. Berl. Ber. 1857. p. 572).

J. D. Dana. Note on the currents of the Ocean. Silliman J. (2) XXVI. 231-233.

An der Lage der isocrymen Linien (s. Berl. Ber. 1853. p. 646) erläutert der Verfasser eine elliptische Bewegung der Gesammtwassermasse in den Meeren, welche er theoretisch abgeleitet hat. Indem er nämlich für ein elliptisches Bassin bei Circulation des Wassers um den Mittelpunkt der Erwärmung der Wassermasse von nur einer Seite einen schräg durch die Ellipse liegenden isothermalen Durchmesser (Linie derselben Temperatur an der Oberfläche des Wassers) nachgewiesen hat, folgert er umgekehrt aus einer ähnlichen Lage des isothermalen Durchmessers eine elliptische Bewegung des Wassers, wobei auf die Aenderung durch das Seichterwerden an den Küsten und das an die Oberfläche treten kalter Strömungen Rücksicht genommen ist.

R. Russel. On the gulf stream. Edinb. J. (2) VIII. 70-87†.

Den herrschenden Südwestwinden des Nordatlantischen Oceans möchte der Verfasser die Entstehung des Golfstromes beilegen.

Bergsträsser. Die Salzseen des Gouvernements Astrachan und der Wolgamündungen. Petermann Mitth. 1858. p. 93-105†.

Durchaus auf die kaspischen Studien des Hrn. v. Baer gestützt (Berl. Ber. 1855. 766 und 1856. p. 737) und dessen Resultate vollständig annehmend, theilt der Verfasser die Astrachanschen Salzseen in solche von „ursprünglicher Bildung" und in die von neuerer Entstehung. Zu den ersteren, die ihren Salzreichthum zum gröfsten Theil direct aus dem in tiefen kesselförmigen Becken zurückgebliebenen Wasser des ehemaligen, viel ausgedehnteren, kaspischen Meeres erhalten, rechnet der Ver-

fasser den Eltonsee und den See Baskuntschatskoi, — zwei durch die Gröfse der Salzmasse ausgezeichnete Salzmulden im Sinne des Hrn. v. Baer. Der Eltonsee mit 180 Quadratwerst Oberfläche zeigte zwei Werst von seinem Südwestufer bei der Untersuchung, die man wegen zudringender Soole aufgab, 100 Salzschichten, deren Dicke nach unten zunahm; ein Beweis, dafs allmälig der umgebende Steppenboden ausgelaugt ist und nicht mehr so viel Salz zugeführt wird als ehedem. Die Soole entsteht jetzt zum bei weiten überwiegenden Theile durch Auflösung des schon abgelagerten Salzes mittelst Regen- und Flufswasser. Ganz ident verhält sich der Baskuntschatskoische Salzsee.

Die Salzseen neuerer Bildung bilden im Nordufer des kaspischen Meeres, wo keine Bugors sind, eine lange Reihe kleinerer meist von Nord nach Süd sich erstreckender Seen, entstanden durch Sandanhäufung der seichten Buchten, während am Nordwestufer durch die Bugors bedingt die durch deren Auslaugung noch jetzt entstehenden Salzseen von Ost nach West sich strecken.

Analysen des Wassers der verschiedenen astrachanischen Salzseen werden mitgetheilt.

C. Quellen.

Hallmann. Die Temperaturverhältnisse der Quellen. I. 1854, II. 1855; Pogg. Ann. CIV. 640-643†; Z. S. f. Naturw. XII. 249†.

Durchaus mit dem Berl. Ber. 1855. p. 775 Gegebenen übereinstimmend.

Degousée et C. **Laurent.** Note sur un forage artésien exécuté à Naples. C. R. XLVI. 980-982†, 1098-1098.

Auf der Gartenterrasse des königlichen Palastes in Neapel ist 20^{m} über dem Meer und 152^{m} vom Ufer entfernt ein 465^{m} tiefes Bohrloch angesetzt, in welchem 16,5^{m} Schutt und Humus, 85,9^{m} fester vulcanischer Tuff und dann 122,1^{m} Wechsellagerung von Sand, Bimsteinen, Aschen, sandigen Thonen und Trachytgeröll durchsunken wurde. Die vulcanischen Tuffe reichen also 204,5^{m} unter den Seespiegel hinab. Unter denselben folgt 98,7^{m}

mächtig das Subapennin, blaue Mergel, feine Sande mit Sandsteingeröllen und blaue glimmerreiche Mergel, sämmtlich mit reinen Muscheln. Darunter folgt 147,8^m tief durchsunken der Macigno mit Fucoiden und ohne Muscheln, zerreibliche Sandsteine, Sand und sandige Mergel. Als man die äufseren weiteren Röhren 8^m unter dem Seespiegel durchbohrte, wurde das aus dem Subapenninsande stammende früher 8,5^m über den Meeresspiegel steigende Wasser durch Kohlensäure mit grofsem Geräusch herausgeworfen, während es früher constantes Niveau gehabt hatte. Das in den inneren Röhren befindliche, aus dem Macignosande stammende Wasser, zeigte vorher fortwährende Schwankungen. Nach dem heftigen Ergufs aus den äufseren Röhren stieg allmälig das Wasser in denselben und zeigte Schwankungen, nach welchen grofse Mengen von Kohlensäure entwickelt wurden. Als man den Abflufs des Wassers durch Kürzung der Röhren und einen Kanalbau beschleunigte, stieg seine Menge. Sie betrug im Januar in der Minute 335 bis 462, am 29. Januar 1000, am 14. März 1300, etwas später 1408, am 1. Juni 1733 Liter. Die Temperatur des Wassers ist constant 20°.

Puits artésien de Grénelle. C. R. XLVI. 1098-1098†; Inst. 1858. p. 200-200†.

Die Wassermenge des Brunnens von Grenelle, die anfangs 2700 Liter in der Minute betrug und später erheblichen Schwankungen unterlag, beträgt jetzt 660 Liter an dem oberen Ausflufs und etwa das Doppelte im Niveau des Bodens des Abattoirs.

A. Parolini. Erscheinung in Quellen im Brentathal. Jahrb. d. geol. Reichsanst. VIII. 2. p. 65-66†.

Vom 9. Januar 1858, früh 11 Uhr, bis 6 Uhr Morgens am 10. Januar verschwanden die aus den Höhlen von Oliero im Brentathal (nordwestlich von Bassano) hervortretenden wasserreichen Quellen spurlos und traten dann mit gewohnter Stärke und Klarheit wieder ein. Eine ähnliche gleichzeitige Unterbrechung fand in den 3 Miglien entfernten Quellen der Rea bei

Campese statt. Als Grund der Erscheinung betrachtet der Verfasser die Herstellung einer Verbindung des unterirdischen Sees, aus dem die Quellen gespeiset werden, mit einer bis dahin trocknen Höhle und macht auf die in diesen Tagen häufigen Erdbeben aufmerksam.

D. Flüsse.

H. W. Dove. Ueber das veränderliche Niveau der Ströme. Z. S. f. Erdk. (2) 329-330†.

Die in der jährlichen Periode sich verändernde Wasserhöhe der Ströme ist ein sehr verwickeltes Problem, indem aufser dem im Stromgebiete herabfallenden Regen und Schnee noch die Schneeschmelze, Eisstopfungen, Stauung der Winde sowie Ebbe und Fluth des Meeres einwirken. Eine Sonderung des Einflusses dieser einzelnen Ursachen wird eine vielleicht nicht zu lösende Aufgabe bleiben. Die Bedeutung des Niederschlages für das Gebiet der Saone läfst sich aus den Beobachtungen der Commission hydrométrique de Lyon erkennen. Das sehr regenarme Jahr 1857 gab als allgemeines Mittel $548{,}4^{mm}$ Regen und Schnee, das Jahr 1856 $931{,}7^{mm}$ und die Höhe der Saone über dem Nullpunkt betrug im Jahresmittel von 1857 $1{,}10^{m}$ weniger als 1856.

E. Gletscher.

A. Mousson. Bemerkungen über den gegenwärtigen Standpunkt der Gletscherfrage. Wolf Z. S. 1858. p. 269-287.

Die relative Bewegung der nachrückenden Theile eines Gletschers, so dafs zwei derselben je nach den Umständen zu oder von einander rücken können, ist nicht Eigenthum des Gletschereises allein, sondern jeder aus beweglichen Theilen bestehenden Masse. Zieht man die Verschiebung der Gesammtmasse ab, so bewirkt sie, bei einem gleichmäfsigen Bett des Gletschers, in einem gegebenen Viereck der Oberfläche eine transversale Ausbreitung (senkrecht zur Richtung des Fortschreitens) und eine longitudinale Verkürzung (in der Richtung des Fortschreitens). Die erstere tritt gegen die letztere noch auf-

fallender hervor, wenn das Bett sich erweitert oder das Gefälle sich vermindert, was beides die Vorwärtsbewegung verlangsamt, während die Verengerung und Gefällsvermehrung das ursprüngliche Viereck länger und schmäler machen. Die Erklärung, welche Tyndall über die Entstehung der Schmutzzonen in manchen Fällen (s. Berl. Ber. 1857. p. 585) gab, ist eine einfache Anwendung obiger Sätze.

Die Richtung der Spalten in Massen von geringer Verschiebbarkeit und starkem Zusammenhang hängt ebenfalls nur von den allgemeinen Bewegungserscheinungen und nicht vom innern Mechanismus der Bewegung ab. Die Spalten bilden sich longitudinal, im Sinne des Fortschreitens bei transversaler Ausbreitung, bei transversaler Verkürzung entstehen transversale Spalten, die Theile klaffen nämlich nach der Richtung auseinander, nach der sie auseinander gerückt werden. Auch aus diesen Erscheinungen läfst sich über die Hauptfrage, über die Natur der Beweglichkeit, nichts ableiten.

Nimmt man als das Wesentliche des Begriffes Viscosität eine Verschiebbarkeit der kleinsten Theilchen ohne Trennung derselben, so ist zwischen Viscosität und Ductilität nur ein stufenweiser, kein wesentlicher Unterschied. Das innere Gletschereis, in welchem die runden Luftbläschen sich zu Linsen und flachen Scheibchen abgeplattet haben, mufs im strengen Wortsinn ductil sein, allerdings vielleicht nur bei 0° und unter Wirkung lange dauernden Druckes, welches letztere bei Versuchen im Kleinen sich nicht nachahmen läfst. Aber aufser der Viscosität wurde in den meisten neuern Theorien als vorwaltendes Moment für die Beweglichkeit eine Zertheilung des Gletschereises festgehalten und von Hugi in Verbindung gebracht mit der innern Kornentwicklung, von Rendu als Erscheinung der Zermalmung (tassement) aufgefafst, von Forbes als Wirkung der ungleichen Bewegung benachbarter Eisschichten, von Agassiz angesehen als veranlafst durch den breitgequetschten Luftinhalt des Gletschers. Diese Zertheilung und der dabei fortdauernde Zusammenhang werden erst vermittelt durch den zuerst von Tyndall als nothwendig, beständig durchgreifend aufgefafsten Wiederherstellungsprocefs, durch die Regeneration des Eises mittelst des Zusam-

menfrierens der feuchten Eisstücke, welche Erscheinung man freilich schon früher bei der Vereinigung zweier Gletscherarme und bei der Wiederherstellung der compacten Eismasse unterhalb eines Gletscherbauches beobachtet hatte. Das nöthige Wasser zum Verkitten der durch Zerdrückung entstandenen Eisstücke entsteht im Innern des Gletscherkörpers durch Umsetzung der mechanischen Arbeit in Wärme, welche einen Theil des Eises schmilzt; das Wasser wird beim Gefrieren nothwendig ebensoviel Wärme abgeben, als es zu seiner Entstehung bedurfte und anderes Eis schmelzen, daher für das Innere des Gletschers eine auch noch so schwache Durchtränkung des Gletschers nothwendig scheint, welche da, wo der Gletscher stärker arbeitet, entsprechend gröfser sein mufs. Die Wasserkammern, welche Huxley beobachtete (Berl. Ber. 1857. p. 586), finden ihre Erklärung in der Wärme der mechanischen Arbeit.

Die Frage der Bandstructur scheint dem Verfasser noch immer nicht spruchreif.

K. v. Sonklar. Ueber den Zusammenhang der Gletscherschwankungen mit den meteorologischen Verhältnissen. Wien. Ber. XXXII. 169-206.

Der Verfasser führt aus, dafs zur Vermehrung des Gletschermateriales nur die Niederschläge von Bedeutung sind, welche von October bis April, in den 7 Wintermonaten, auf den Gletscher niederfallen, während die Verminderung des Gletschers durch die Wärme der 5 Sommermonate, Mai bis September, bewirkt wird, so dafs z. B. in den östlichen Alpen die mittlere Seehöhe selbst der gröfsten Gletscher 2055 Meter beträgt. Von dem Verhältnifs dieser beiden Witterungsverhältnisse unter einander hängen also die Gletscherschwankungen ab; eine dritte sehr wichtige Ursache sind die Winde, welche je nach den örtlichen Verhältnissen, nach Stärke und Richtung den Schnee vertheilen. Nach einer chronologisch geordneten Aufzählung der Perioden des Vorrückens und des Rückzuges der Tyroler und Schweizer Gletscher seit 1599 giebt der Verfasser ein auf die klimatische Region der Alpen bezügliches, nach schwer in Kürze

darzulegenden Grundsätzen construirtes Witterungstableau von 1580 bis 1857, aus welchem abgeleitet wird 1) das Auftreten säcularer Oscillationen der Witterung 2) das Auftreten gröfserer Gletscherausbrüche nur nach sehr schlechten Jahren in schlechten Perioden, und zwar im ersten oder zweiten Jahre nachher, 3) der Satz, dafs die beginnenden Einflüsse der Witterung bei grofsen Gletschern später als bei kleineren zum Ausbruch kommen.

Aus einer Tabelle über die berechneten mittleren Windrichtungen und ihre Kräfte in den 7 Wintermonaten auf Hohen-Peissenberg und den topographischen Verhältnissen der betreffenden Tyroler Gletscher werden sodann alle bei ihren Schwankungen vorgekommenen scheinbaren Anomalien aufgeklärt und als Schlufssatz hingestellt: In allen Fällen, wo nach einer Reihe von schlechten Jahren ein ausgezeichnet schlechter Jahrgang folgt, oder wo selbst bei weniger schlechten Jahren, besonders aber in Zeiten starker Schneefälle sehr heftige Luftströmungen aus einer bestimmten Richtung stattfinden, sind ein bis zwei Jahr später vehemente Gletscherbewegungen mit Grund zu fürchten.

J. Tyndall. Observations on the physical phenomena of glaciers. Proc. of Roy. Soc. IX. 245-247; Phil. Trans. CXLVIII. 261-307†; Arch. d. sc. phys. (2) III. 183-189*; Athen. 1858. II. 49-51.

Auf dem Mer de Glace, das durch die Vereinigung des grofsen von Westen kommenden Glacier du géant und den kleineren von Osten kommenden Glacier du Talèfre und de Léchaud gebildet wird, läfst sich das Eis des ersteren stets durch seine gröfsere Sauberkeit unterscheiden. Wegen der vielen Spalten an der Ostseite des Mer de Glace nahm Forbes an, der Glacier du géant bewege sich schneller als seine östlichen Gefährten und reifse sie so auseinander. Durch das Messen des Vorrückens von Pfahlreihen stellt sich heraus, dafs der Punct der gröfsten Geschwindigkeit nicht im Eise des Glacier du géant, sondern östlich von demselben liegt, und es ergiebt sich der allgemeine Satz: Wenn ein Gletscher sich durch ein gekrümmtes Thal bewegt, so fällt die Linie der gröfsten Geschwindigkeit nicht mit

einer längs der Mitte des Gletschers gezogenen Linie zusammen, sondern liegt immer an der convexen Seite der Centrallinie, so dafs sie die Axe des Gletschers bei jeder Wendung des Thales kreuzt, grade wie es bei einem Flufs der Fall sein würde, und wie es jeder künstliche Schlammstrom in gebogenem Bette zeigt. Die drei Gletscheräste sind vor ihrer Vereinigung zusammen 2597 Yards breit, werden aber durch die Enge bei Trelaporte, wo das Thal nur 893 Yards Weite besitzt, mit einer täglichen Geschwindigkeit von fast 20 Zoll durchgeprefst, während kurz vor der Vereinigung die tägliche Geschwindigkeit des Glacier du géant in seiner Mitte 13, die des Glacier de Léchaud 9½ Zoll beträgt. Der vor der Vereinigung 825 Yards breite Léchaud ist in Trelaporte auf 88 Yards Breite beschränkt, so grofs ist der Druck! An einem fast verticalen Absturz von 140½ Fufs am Glacier du géant rückte in 24 Stunden ein Pflock an der obersten Kante 6, ein zweiter 39 Fufs über dem Boden 4,59, ein dritter 4 Fufs über dem Boden 2,56 Zoll vor, ein neuer Beweis für die von Forbes und Martins gemachte Beobachtung, dafs die Oberfläche schneller vorrückt als der am Boden befindliche Theil.

Versteht man mit dem Verfasser unter Viscosität die Eigenschaft, halbflüssige Körper sich dehnen zu lassen (tension), so dafs nach dem Aufhören der Einwirkung ein neues Gleichgewicht eintritt, so ist das Eis nicht viscös, denn die Fähigkeit, unter zermalmendem Druck die Form zu ändern, ist kein Beweis für Viscosität. Ein viscöser Körper streckt sich bei Aenderung der Richtung des Fliefsens, ohne die Continuität zu verlieren, das Eis des Gletschers bricht wie im Mer de Glace. Die Spalten auf den Gletschern, welche plötzlich entstehen, aber sich sehr langsam öffnen, zeigen, dafs das Eis nicht viscös ist, denn könnte es sich strecken, so brauchten die Spalten nicht zu entstehen. Wo ferner sich das Gefälle nur um ein Geringes vermehrt, bildet der Gletscher so viel Querspalten, dafs er kaum passirbar ist; ein viscöser Körper würde das nicht thun. Zum Beweise dieses Satzes werden Neigungswinkel des Mer de Glace mitgetheilt. Auch die Standspalten sprechen gegen die Viscosität.

Die Gletscher bieten zwei Reihen von Erscheinungen dar, von denen die eine, wo Druck im Spiel ist, übereinstimmt mit der Viscosität, während die zweite, wo Streckung auftritt, jener Vorstellung nicht entspricht. Die Erscheinung des Wiederzusammenfrierens nach dem Brechen (regelation) erklärt die durch Viscosität allein nicht erklärbaren Erscheinungen.

Es war noch unentschieden, ob die Bandstructur den geologischen Begriffen Schichtung oder falscher Schieferung entspräche; der Verfasser setzt sie auch jetzt noch mit der letzteren durch Druck entstandenen in Verbindung (s. Berl. Ber. 1857. p. 584) und beweiset seine Ansicht durch die Beobachtung, dafs oft da, wo wegen gleichmäfsiger Neigung der Unterlage die mittlere Masse weder der Länge nach gestreckt noch zusammengeprefst wird, in der Mitte die Bandstructur schwach, aber gut an den Seiten, wo die mechanische Wirkung der Aenderung der Neigung der Unterlage eintritt, also unterhalb der Gletscherbrüche, und zwar rechtwinklig auf die Randspalten entwickelt ist, also da, wo Druck stattfindet. Auch die peripherisch umlaufende Structur entsteht nach demselben Gesetz, wie am Rhonegletscher, dem unteren Grindelwaldgletscher u. s. w. die Natur durch ein grofsartiges Experiment beweiset. Der Gletscherbruch ist die „Structurmühle", im Falle selbst ist das Eis noch ohne peripherische Structur, die, einmal entstanden, auch an den Stellen, die keinen Theil an ihrer Bildung haben, bleibt. Auch die Gletscher des Monte Rosa zeigen sehr schön, dafs durch Druck bei Vereinigung von Gletscherarmen Bandstructur entsteht. Aber am Furcagletscher, zwischen dem Pafs St. Theodule und dem Matterhorn sah Tyndall an gefaltetem Eis neben horizontaler Schichtung, Bandstructur und zwar stark zur Schichtung geneigt, wodurch die Frage über das Verhältnifs der Bandstructur zur Schichtung gelöset wird; die Bandstructur entspricht dem geologischen Begriff der falschen Schieferung.

Ein Längendurchschnitt unterhalb eines Gletscherbruches zeigt die Oberfläche aus einer Reihe allmälig flacher werdender, rundlicher Bogen bestehend, aus Faltungen, in denen auf kurze Entfernung die Richtung der Structurbinden aufserordentlich

wechselt. An der Basis jeder Faltung findet sich eingekeilt in das leichter schmelzende Gletschereis und daher hervorragend ein Saum harten weifsen Eises, das dadurch entsteht, dafs das von der Faltung herabströmende Schmelzwasser quer vor der Basis der Faltung Canäle aushöhlt, und der später zu weifsem Eise zusammengedrückte Winterschnee dieselben ausfüllt. Diese weifsen Eismasseu, und zwar auch die mitten auf dem Gletscher vorkommenden, zeigen oft sehr schöne Bandstructur, wo also von ungleicher Bewegungsgeschwindigkeit keine Rede sein kann. Der nöthige Druck zur Bildung der Bandstructur fehlt nicht, da erstens die quer über den Gletscher gehenden Undulationen nach unten immer kürzer werden, und da zweitens in den oberen Theilen des Glacier du géant von drei Punkten in der Axe des Gletschers im täglichen Mittel der oberste 20,55, der mittlere 15,43, der unterste 12,75 Zoll vorrückt und der Gletscher demnach immer der Länge nach zusammen gedrückt wird.

Da das Gletschereis aus regellos zusammengeworfenen und wieder zusammengefrornen Eisstückchen besteht, so müssen die Luftblasen nach verschiedenen Richtungen abgeplattet erscheinen, und aus diesem Verhalten kann kein Grund genommen werden gegen die Theorie, dafs die Bandstructur durch den Druck entsteht. Aber manche der sogenannten Luftblasen sind weder Luftblasen noch abgeplattet, sondern luftleere „Vacuumscheiben", Andeutungen des krystallinischen Baues. Aber schon von vornherein ist es höchst unwahrscheinlich, dafs der Druck des Gletschers die einzelnen kleinen neben einander liegenden Eisstücke nach allen möglichen Richtungen gequetscht habe. Vielleicht entsteht das Gletscherkorn daher, dafs die einzelnen Fragmente nach verschiedenen Ebenen krystallisirt sind, und dafs die Ausdehnung durch Wärme wie bei allen einaxigen Krystallen nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene ist.

Am Glacier du géant sind die Schmutzzonen auf das Eis beschränkt, welches durch die grofse Cascade zwischen Le Roguon und der Aiguille noire herabgekommen ist. Zwischen den zuerst entstehenden Rücken, welche später zu den rundlichen Wellen werden, sammelt sich der Schmutz an, aber auch der Stirnabfall der Faltungen ist mit feinem braunem Schlamm bedeckt, weil

der Schnee dort länger als an andern Stellen liegen bleibt. Die Regelmäſsigkeit der Schmutzzonen hängt ab von der Regelmäſsigkeit, mit welcher der Gletscher quer bricht.

F. Bodentemperatur und Erdwärme.

On the heat in the interior of the earth. Athen. 1858. II. 426-426†.

Enthält nur Bekanntes.

Meister. Beobachtungen der Bodentemperatur unweit Freising. Pogg. Ann. CIV. 335-336.

In den schweren sandigen Lehmboden des Versuchsfeldes von Weitenstephan bei Freising wurden 1853 drei Thermometer eingesenkt, so daſs die Kugeln etwa 3 Zoll, 4 Fuſs und 6 Fuſs unter der Erdoberfläche standen. Das Mittel der Beobachtungen bis 1857 incl. ergiebt, nach Correction wegen Wärmeeinflusses der oberen Bodenschichten bei dem 4 Fuſs tief eingesenkten Thermometer, daſs in 4 Fuſs Tiefe das Maximum (13,4°) zwischen dem 30. Juli und 20. August, in 6 Fuſs Tiefe (10,9°) zwischen Ende August und Mitte September, das Minimum in 4 Fuſs Tiefe (1,1°) auf Anfang März, in 6 Fuſs Tiefe (3,3°) auf Mitte März fällt. Die täglichen Temperaturveränderungen (0,1° R.) lassen sich in 4 Fuſs Tiefe nur im August wahrnehmen. Die Schwankungen der Lufttemperatur in Freising betragen im 20-jährigen Mittel 17,26° (Januar — 1,76°, Juli 15,50°).

G. Gasentwickelung.

J. J. v. Tschudi. Beobachtungen über Irrlichter. Wien. Ber. XXIX. 269-270†.

Abends am 31. December 1857 sah 18 bis 20 Minuten lang der Verfasser im Walde des Rio de Parahyba bei Parahyba do Sul (Minas geraes, Brasilien) bei schwüler Luft (22° R.) und fortwährendem Regen einen intensiv rothgelben, runden, einer Pech-

fackel ähnlichen, auf beschränktem Platze schwankender Feuerkern, neben welchem bis 15 schwächere, sternartige, mehr bewegliche Lichter auftauchten. Am Orte, wo die Lichter erschienen, befindet sich im Walde ein ziemlich ausgedehnter Sumpf.

C. S. C. Deville et F. Le Blanc. Sur les émanations gazeuses qui accompagnent l'acide borique dans les Lagoni de la Toscane. C. R. XLII. 317-325†; Phil. Mag. (4) XVI. 284-292.

Die schon Berl. Ber. 1857. p. 604 kurz erwähnten Resultate über die Gase der aus Alberese und Macigno zwischen den Monte Catini, Calvi und Gerfalco hervortretenden Soffioni werden in dem ausführlichen Bericht bestätigt, aus welchem aber noch das Vorhandensein von freiem Wasserstoff hervorgeht. Wie schon früher Sahmidt fand, enthalten die unter Druck hervortretenden fumarolen Dämpfe, fertig gebildete Borsäure, und die Gase sind fast oder ganz sauerstofffrei. Die einzelnen Gasemanationen, die der Umgebung, Castelnuovo, Lago, Monte Rotondo, Sasso eingerechnet, zeigen 92 bis 98° Temperatur und weichen nur wenig in der Zusammensetzung von einander ab. Sie enthalten an Volumprocenten: 1,62 bis 4,1 Schwefelwasserstoff, 83,70 bis 91,6 Kohlensäure, während der Rest von 4,3 bis 12,5 Proc. aus Stickstoff, Wasserstoff und Sumpfgas (C^2H^4) besteht. Von SH und CO^2 befreit geben die Gase einer Fumarole am Monte Cerboli, die als Typus dienen mag, 43,68 N, 25,52 H und 30,80 C^2H^4, also etwa 1 Volum H auf 1 Volum C^2H^4. Es waren absorbirt worden 5,1 bis 6,4 Volume SH auf 93,6 bis 94,9 Volume $\ddot{C}$, etwas mehr SH, als die Gase nach langem Aufbewahren in Folge der Zersetzung des SH durch Wasserdampf ergaben. Im oberen Theile des Posserathales strömt an zwei Stellen stark nach Steinöl riechendes Gas aus, das hauptsächlich aus Kohlensäure besteht, aber auch etwas Sumpfgas enthält.

Ulffers. Ueber schlagende Wetter. Z. S. f. Naturw. XII. 38-47†.

P. Monte. Del falso volcano di Livorno. Cimento VIII. 366-369†.

Abends am 3. November 1858 sah man aus einem Loche des alten Molo von Livorno etwa 100 Meter vom Ende eine kleine Dampfsäule aufsteigen, welche Erscheinung etwa 3 Stunden anhielt, und fand die Temperatur des Loches 0,5, 1,5 bis 3,6° höher als die der Luft. In die Hohlräume zwischen den Bruchsteinen des Molo waren Algen und organische Substanzen hineingespült, welche jetzt wegen des vorliegenden neu erbauten Molo nicht mehr vom Meere fortgeschafft werden können, und gaben durch die Sonnenhitze zersetzt die Dämpfe aus, welche bei der Kühle des Abends sichtbar waren. Von vulcanischer Thätigkeit kann keine Rede sein.

H. de Saussure. Description d'un volcan éteint du Mexique resté inconnu jusqu' à ce jour. Bull. d. l. Soc. géol. (2) XV. 76-87†; Petermann Mitth. 1858. p. 120-130†; v. Leonhard u. Bronn 1859. p. 827-830*.

Etwa 8 bis 10 Lieues östlich von Morelia, der Hauptstadt der Provinz Mechoacan, bisher Tajimarea und Zinapecuaro liegt der trachytische, fast ganz bewaldete, bisher unbeachtet gebliebene San Andrès, dessen Gipfel der Cerro grande einen Krater zeigt. Der San Andrès ist nicht ein einzelner Kegel, sondern „eine Anhäufung von Buckeln, die sich in Etagen bis zu einer auf 4500 Meter geschätzten Höhe erheben". Hoch oben am Abhange befindet sich ein 200 Fufs breites Becken kochenden Wassers, welches Schwefelwasserstoff entwickelt und Schwefel absetzt. Nicht weit davon, in einem vielleicht noch höher gelegenen Thal steigt mächtig brausend bis zu 20 Meter Höhe eine nach schwefliger Säure riechende Dampfsäule auf, und am Boden entweicht ein Bach kochenden bitteren und salzigen Wassers, das den Boden ringsum mit einer „Art opaken und pulverigen Opales überzieht". Der Verfasser nennt das einen zweiten Geyser, obwohl, wie er selbst sagt, das Auswerfen nicht intermittirend ist, indem stets nur Dampf aufsteigt. Dieser vermeintliche Geyser ist nach der Beschreibung nichts als

eine schwefligsaure Fumarole, deren Wasserdampf sich condensirt, und der Kieselabsatz wird wahrscheinlich nichts als die bekannte Zersetzung und schliefsliche, vollständige Auslaugung der Trachyte durch schweflige Säure sein. Die ganze Erscheinung ist dieselbe wie in allen Solfateren.

Am San Andrès kommen noch mehrere ähnliche heifse und kochende Quellen vor.

H. Vulcane und Erdbeben.

A. v. Humboldt. Cosmos IV.

C. P. Smyth. Ein Blick auf den Mond. Vergleichungspunkte zwischen Mond- und Erdvulcanen. Petermann Mitth. 1858. p. 308-312†.

Der Verfasser sucht zu beweisen, dafs der obere Theil von Teneriffa, der 8 engl. Meilen im Durchmesser haltende „Erhebungskrater", eine sehr mondähnliche Gegend sei.

In beiden Fällen ist allerdings Umwallung und Centralberg vorhanden, aber abgesehen von dem Gröfsenverhältnisse überhaupt, erreicht auf dem Monde „kein Centralberg die Höhe seiner Umwallung" (A. v. Humboldt, Cosmos IV. 615), während der Pic von Teneriffa weit über seine Umwallung hinausragt. Da bisjetzt das für die Mondberge ganz unbekannt ist, was die Erdvulcane zu Vulcanen macht, ihr innerer Bau, ihre Geschichte, die Kenntnifs ihrer Ausbrüche, ihr relatives Alter, die Beschaffenheit des Gesteins, so darf für die Ringgebirge des Mondes der Ausdruck erloschene Vulcane nur in dem Sinne angewendet werden, dafs man damit eine gewisse Aehnlichkeit in der Form bezeichnen will, jede weitere Parallele mit Erdvulcanen ist zurückzuweisen. Die Aehnlichkeit, welche der Verfasser zwischen Mond- und Erdvulcanen findet, dafs die älteren im Allgemeinen die gröfseren sind, da sie von kleineren Kratern durchbrochen werden, während nie grofse Kratere die Wände der kleineren Vulcane durchbrechen, setzt jene Analogie schon voraus. Für die Erdvulcane ist der letztere Satz nicht zu beweisen, da nach einem solchen Durchbruch der kleine ältere Kegelberg im glück-

lichsten Fall als Anhängsel des gröfseren jüngeren erscheinen, in den allermeisten Fällen aber ganz verschwinden und eine Altersbestimmung nur aus der Gröfse bei gleicher Gesteinsbeschaffenheit immer unmöglich sein wird. Ob jene grofsen Ringgebirge des Mondes mit dem auf der Erde, was der Verfasser „vulcanische Ringe der Primär- und Secundärzeit" nennt, Aehnlichkeit haben, ist, wie der Verfasser zugiebt, aus Mangel an Kunde von den letzteren nicht zu entscheiden.

F. M. Bekker. Théorie des tremblements de terre et des Volcans. Bull. d. l. Soc. géol. (2) XV. 463-482.

Nach der schon früher von Fournet und Angelot ausgesprochenen Ansicht läfst der Verfasser den feurigflüssigen Erdkern, dessen oberste Schichten teigartige Consistenz haben, Gase und Dämpfe, besonders bei der Erstarrung, ausscheiden, welche sich mit grofser Spannung in den vorhandenen Hohlräumen anhäufen. Zerreifsen in Folge der weiter vorschreitenden Erstarrung diese letzteren, so geräth die „heifse unterirdische Atmosphäre", in welcher die Gase von verschiedener Spannung sich begegnen, in Bewegung, dazu strömt aus dem flüssigen Erdinnern, da, wo der Druck jener Atmosphäre sich plötzlich vermindert, unter Aufkochen eine Menge Gas aus, — das Erdbeben tritt ein, bewirkt durch den Sturm in der unterirdischen Atmosphäre. Je mehr Höhlen unter einer Gegend, je mehr Erdbeben und umgekehrt. Aufserdem nimmt der Verfasser zur Erklärung der Erdbeben als unwesentlicheres Moment noch zu Hülfe die Dämpfe und ihre Spannung, welche aus den in grofser Tiefe befindlichen, sehr hohen Temperaturen und sehr hohem Druck ausgesetzten Wasseradern entstehen, auf welche allein Bischof und Angelot ihre Theorie gestützt haben. Bricht die unterirdische Atmosphäre sich nach oben Bahn, so entsteht nach dem Erdbeben vulcanischer Ausbruch, bei dem alles im Eruptionskanal Angehäufte, als Asche, und Theile des flüssigen Erdkernes als Lava ausgestofsen werden. Die Erklärung der übrigen vulcanischen Erscheinungen bietet nichts Bemerkenswerthes. Die Schlammsteine läfst

der Verfasser wunderbarer Weise entstehen aus Mischung des eindringenden Regenwassers mit den ausgeworfenen Aschen und denen, welche der Druck der unterirdischen Atmosphäre aus der Tiefe heraufbringt. Die Wirkung der ersteren reicht sehr hoch bei ihm an die Oberfläche.

Was der Verfasser über die von ihm angenommene regelmäfsig periodische Fluth und Ebbe des flüssigen Erdkernes und die Nichtperiodicität der Erdbeben in Folge der Höhlen in dem teigförmigen Theile zwischen flüssigem Kern und erstarrter Kruste beibringt, ist unklar.

Manches Berl. Ber. 1856. p. 725 Mitgetheilte findet auch auf diesen Aufsatz seine Anwendung, dessen Schlufssätze über eine „Topographie souterraine" wohl noch lange werden auf Erfüllung warten müssen.

C. Lyell. On the structure of lavas which have consolidated on steep slopes with remarks on the mode of origin of Mount Etna and on the theory of „Craters of elevation". Phil. Trans. CXLVIII. 703-786†; Proc. of Roy. Soc. IX. 248-254†; Phil. Mag. (4) XVII. 56-61; Silliman J. XXVI. 214-219; Z. S. d. geol. Ges. XI. 149-251†.

Der Hauptstützpunkt der Theorie der Erhebungskratere ist die Annahme, dafs bei mehr als 4° Neigung der Unterlage die Laven nur einen wilden Schlacken- und Trümmerhaufen bilden, so dafs sie nicht mehr compact, steinartig und zusammenhängend sind. Aehnlich wie an andern Vulcanen der Beweis geliefert ist für die vollständige Unrichtigkeit dieser Behauptung, beweiset der Verfasser am Aetna, dafs Laven, welche an Steilabhängen mit 15 bis 40° Neigung erstarren, stets aus drei bestimmten Theilen bestehen, nämlich aus unteren und oberen Schlacken und in der Mitte aus einer steinigen, tafelförmigen, compacten Platte, welche den oberen und unteren Schlacken parallel ist. Aus dem inneren Bau des Aetna, namentlich aus dem frischen, schon von Sartorius von Waltershausen bewiesenen und von Lyell bestätigten Vorhandensein zweier alten Eruptionscentren, aus dem Mangel an Parallelismus und an gleichmäfsiger Mächtigkeit der

Lavabänke des Val del Bove, ergeben sich zwingende Gründe zum Aufgeben der Theorie der Erhebungskratere und der Endkatastrophe, der plötzlichen Hebung. Wie weit eine Hebung bei den Aufschüttungskegeln durch die eingepreſsten Gänge bewirkt wird, ist noch zu untersuchen. Aus dem paläontologischen Verhalten der rings um den Aetna gehobenen Schichten folgt, daſs seine Hauptmasse wie die aller Vulcane geologisch sehr jung ist.

Gelegentlich war über den Ausbruch des Aetna vom 20. August 1852 (s. Berl. Ber. 1852. p. 637, 1853. p. 666) Genaueres mitgetheilt. Darnach entstanden ein Abfall unter dem Piano del lago nördlich von der Serra Giannicola drei Oeffnungen, deren unterste schlieſslich einen 500 Fuſs hohen Kegel mit 1000 Fuſs Durchmesser an der Basis aufbaute. Dieser Kegel gab den mächtigen Lavastrom, der in den ersten 8 Stunden 4000 Meter zurücklegte. Der ganze Ausbruch endete am 27. Mai 1853; er hat die gröſste am Aetna seit Menschengedenken hervorgetretene Lavamasse gegeben, mit Ausnahme der von 1669 und 396 v. Chr. Die Länge des Stromes beträgt 6, die Breite 2 Miles, die Höhe wechselt von 8 bis 16 Fuſs, erreicht aber stellenweise das Doppelte und Dreifache; der Niveauunterschied bis zum Endpuncte bei Zaffarana beträgt 3500 Fuſs. Im October 1857 legten zahlreiche Fumarolen noch Zeugniſs ab für die hohe Temperatur im Innern des Stromes (vergl. Berl. Ber. 1856. p. 757).

Der Aetna warf am 6. September 1857 Asche aus, die in dem 14 Miles entfernten Aci Reale niederfiel, man hörte laute Detonationen; die Spitze erlitt eine bedeutende Veränderung, und war bedeutend niedriger geworden.

E. Kluge. Die Reactionen des Erdinnern gegen die Erdoberfläche in den Jahren 1855 und 1856. Petermann Mitth. 1858. p. 236-251.

Der Aufsatz giebt eine kurze Beschreibung von 8 Ausbrüchen von Vulcanen und zählt die hauptsächlichen Erdbeben auf. Von den Eruptionen ist die des Vulcans von Albay am 22. März 1855 auf der Halbinsel Camarines von Luzon (Philippinen), die

des Gunong Api auf der Insel Banda am 29. Januar 1856, die des Vulcans Fuego bei Guatemala im Januar 1856 in den Berl. Ber. nicht erwähnt. In Bezug auf die Erdbeben bemerkt der Verfasser aufser reichhaltigem Detail, dafs der bei weitem gröfste Theil der Erschütterungen (11/14) der Jahre 1855 und 1856 in eine Zone fällt, welche durch 36 und 48° nördl. Breite begrenzt wird, und findet, dafs die erschütterten Punkte, welche aufserhalb dieser Linie liegen, gewisse Beziehungen zu derselben nicht verkennen lassen. Ueber den Zusammenhang zwischen Erdbeben und den dabei beobachteten atmosphärischen Erscheinungen giebt der Verfasser kein Urtheil ab, bringt aber eine Menge Thatsachen als Material bei. Die Zahl der Erschütterungen ist häufiger im Winter und bei Nacht, als im Sommer und bei Tage.

Le Volcan de l'île de Chiachkotan. Bull. d. natural. d. Moscou XXI. 671-673.

Der Vulcan der Insel Chiachkotan (Kurilen) stiefs im Jahr 1855 Dämpfe aus und setzte Schwefel ab. Am Meeresufer finden sich heifse Quellen auf der Insel, welche häufig von Erdbeben leidet, und zwar besonders heftig 1854 und im Frühling 1855.

Burkart. Ein neuer vulcanischer Ausbruch in Mexiko. Verh. d. naturh. Ver. d. Rheinl. 1858. p. XXII-XXV*; Petermann Mitth. 1858. p. 120-121†.

Zehn Leguas nördlich von Hostotipaquillo, nordwestlich von der Magdalena und nördlich von der Stadt Guadalaxara fanden gegen Ende 1856 einen Monat lang vulcanische Ausbrüche statt, die mit einem Regen von Steinen und Asche begannen und von unterirdischem Getöse begleitet wurden. Feuer und Lava kam nicht zum Vorschein, aber Erdspalten bildeten und vergröfserten sich mit aufserordentlicher Geschwindigkeit. Die Gegend soll durchaus vulcanisch sein, viele heifse Quellen, unter andern auch mitten im Riogrande, enthalten, und es sollen kleine Oeffnungen von 2 bis 6 Zoll Durchmesser vorhanden sein, denen fortwährend mit grofser Gewalt heifse Dämpfe entströmen. Ein zweiter

Bericht aus San Pedro Analco, nördlich vom Riogrande, 12 bis 15 Leguas von Guadalaxara, ergiebt, in der Oertlichkeit ziemlich genau mit dem ersten übereinstimmend, folgendes: Im September 1856 brach am Berge Santa Anna, unmittelbar bei dem Dorfe Juitan, ein Vulcan hervor, und es dauerte der Ausbruch bis Mai 1857 fort, wo ein Theil des Berges einstürzte und eine Schlucht ebnete, welche sich am Fuſs des Berges befunden hatte.

A. Perrey. Sur le Bibiluto, Volcan de l'île de Timor. Nouv. Annal. d. voyages 1858. III. 129-136†.

Die erste sichere Nachricht über einen thätigen Vulcan auf Timor, wo demnach die Reihe der Vulcane der Sundainseln und der Molucken zusammenstöſst. Der Bibiluto machte am 13. April 1857 eine heftige Eruption; in Laclo, Lautem, Lalcia und Batograde empfand man heftige Erdstöſse und das Meer überschwemmte die Ufer. In Dillé hörten die seit dem 13. April 1857 eingetretenen Erdstöſse am 16. Juni 1857 noch nicht auf. In Pulo-Camby senkte und spaltete sich beim ersten Erdstoſs der Boden, aus welchem Dämpfe und Feuer aufstiegen, später wurden die Erdstöſse permanent und der Boden unerträglich heiſs. Erdstöſse sind schon früher (1793, 1816 u. s. w.) auf Timor beobachtet worden.

G. Moreno. Exploration of the Volcan of Pichincha. Edinb. J. 1858. VII. 290-292†.

Der seit 1845 nicht untersuchte Krater des Pichincha zeigte am 16. December 1857 starke Dampfentwickelung, deren höchste Temperatur 188,6° F. bis 194° F. betrug. Die entwickelten Gase enthielten nach einer vorläufigen Bestimmung Spuren von $\ddot{S}$, $\ddot{\bar{S}}$, SH und 4 Proc. Kohlensäure. In dem seit 1845 sehr veränderten Krater setzte sich Schwefel ab.

T. Coan. On the volcano of Kilauea, Hawaii. Silliman J. (2) XXV. 136-136, 151-151.

Im Juni 1857 bestand an der Spitze der Kilauea noch ein tiefes Bassin (Berl. Ber. 1856. p. 759), wie seit October 1855, umgeben von einem etwa 100 Fuſs hohen, steilen, zerrissenen Rand. Mitten in dem dampfenden, mit einigen Kegeln besetzten, von Spalten durchzogenen Boden des Bassins lag, von einem etwa 20 bis 50 Fuſs hohen gezackten Rande umgeben, der immer vorhandene Lavasee, jetzt mit etwa 500 Fuſs Durchmesser, dessen erhärtete Lavadecke binnen 3 Minuten durch einen plötzlichen Ausbruch geschmolzen ward, dann aber wieder erstarrte.

Die Lava bei dem Ausbruch des Manu-Loa im August 1855 kam aus nur einer Spalte oder Spaltenreihe, nämlich der in etwa 1200 Fuſs Höhe beginnenden und 5 Miles langen; weiter unten auf den letzten 40 Miles des Lavastromes bestanden keine Lava ergieſsenden Oeffnungen.

E. de Verneuil; C. S. C. Deville. Sur l'état actuel du Vésuve et sur les changements qui se sont opérés depuis 1854 dans le plateau superieur du Volcan. C. R. XLVI. 117-118†.

É. de Beaumont. Changement du Vésuve d'une époque antérieure. C. R. XLVI. 118-119†.

Guiscardi. Z. S. d. geol. Ges. 1857. p. 564-564†, 1858. p. 374-374†.

Palmieri; Mauget. Sur l'éruption actuelle du Vésuve. C. R. XLVI. 1098-1098†, 1219-1220, 1221-1221.

Am 12. December 1857 traten am Fuſse und aus einer Spalte des westlichen, gröſseren, im Centrum des Vesuvplateaus befindlichen Kegels (Berl. Ber. 1857. p. 594) drei kleine Lavaströme hervor, welche das Atrio del Cavallo erreichten. In den ersten Tagen des Januar 1858 stiegen aus diesem etwa 15 Meter hohen Kegel und aus einer seitlichen Oeffnung des kleineren östlichen Kegels nur schwach sauer riechende Dampfmassen auf; die Punta del palo war nicht mehr zu unterscheiden, so sehr waren die Laven übereinander geschoben, so sehr ist das ganze Vesuvplateau umgestaltet seit 1855. Im März hatte sich nichts geändert, nur die

an der Südostseite gelegene Punta von 1850 drohte einzustürzen. Am 27. Mai begann der Ausbruch heftiger zu werden; binnen zwei Tagen öffneten sich ringsum an den Abhängen und am Fufse des grofsen Kegels, zum Theil nur wenig über dem Atrio del Cavallo, 6 Spalten, welche Laven nach verschiedenen Richtungen ergossen. Zwei bis drei Monate lang vorher waren örtliche Stöfse häufig, auch war die Bildung der ersten Spalte von einem örtlichen Stofse begleitet, am 24. Mai hatte man in Neapel zwei Erdstöfse bemerkt. Die Laven gaben, so lange sie in Bewegung waren, keine Salzsäure, sondern nur salzsaure Alkalien aus, während die Fumarolen der erstarrten Laven schweflige Säure entwickelten. Von der Bedeckung durch die neuen Laven zeigte die von 1855 im Fosso dello Vetrana an einigen Stellen noch eine Temperatur von 300°. Am 15. Juni trat, wie schon öfter vorher, ein Nachlafs im Ergufs der Lava ein, welche übereinander geflossen waren und keinen grofsen Schaden anrichteten. Im August bewegte sich die Lava noch langsam auf dem Piano delle Ginestre und im September wurden neue Laven ergossen. Da Gase nur sehr schwach auftraten, waren Fumarolen und Sublimationen in Anbetracht der ungeheuren Lavamasse nur sehr schwach. Wie gewöhnlich hatten sich an einigen der Spalten kleine parasitische Kegel gebildet, welche zum Theil wieder verschwanden.

Die Bemerkung des Hrn. de Beumont, dafs Saussure den südlichen Vesuvrand als den höchsten Theil des Randes bestimmte, weicht von der bisher allgemein angenommenen Meinung ab, dafs 1773 der Vesuvrand überall gleiche Höhe hatte. Die höchste Stelle des Randes scheint 1816 bei der trigonometrischen Aufnahme durch einen Pfahl (palo) bezeichnet worden zu sein, und diese Punta del Palo, welche jetzt erst durch die Bedeckung mit Laven undeutlich geworden ist, lag am Nordrand. Die Stelle behielt diesen Namen, wenn sie auch, wie z. B. 1822 und 1850, nicht mehr der höchste Punkt des Randes war. Die 1850 gebildete hohe Spitze an der Südostseite war aus losen Auswurfsmassen aufgehäuft, verlor daher sehr schnell an Höhe, so dafs sie im Januar 1855 schon um 5 Meter niedriger geworden war.

Der von Duca della Torre 1805 als il Palo erwähnte höchste

Punkt des Kraterrandes lag an der Nordostseite, doch kommt diese Bezeichnung nicht vor in den Messungen von Gay-Lussac, v. Buch und A. v. Humboldt, welche am 29. Juli 1805 ausgeführt wurden. Die Verlegung des höchsten Punktes möchte nicht, wie de Beaumont andeutet, Hebungen zuzuschreiben sein, sondern dem Einsturz der aus aufgeschütteten Massen gebildeten Höhenpunkte bei den localen Erdstöfsen und ihrer Untergrabung und Wegdrängung durch die Laven, welche sich über den Kraterrand ergiefsen. Ist wie jetzt, die Spitze des Kegels eine Ebene, ohne vortretenden Rand, so wird die nach einem grofsen Ausbruch aufgesprengte Seite den höchsten Theil des Randes bilden, welcher am Vesuv, wenigstens seit 1794, dauernd immer nur an der Nord- und Ostseite lag.

A. Perrey. Documents sur les tremblements de terre au Perou, dans la Colombie et dans le bassin de l'Amazone. Mém. cour. d. l'Ac. d. Belg. VII. 1-131.

Nachdem der Verfasser 1855 an den Annalen der Société d'agriculture, sciences et arts in Lyon die Documente über die Erdbeben in Chili veröffentlicht hat, folgen hier die vorhandenen Angaben über die Erdbeben in Peru, Columbien und im Bassin des Amazonenstroms vom 1. September 1530 an bis zum 20. August 1857.

Lehner. Das Erdbeben am 25. Juli 1855 beobachtet in Unterbäch bei Raron. Wolf Z. S. 1858. p. 92-98.

Ein vom 25. Juli 1855 bis 8. September 1858 reichendes Tagebuch ohne wesentliche neue Angaben über das Walliser Erdbeben (s. Berl. Ber. 1857. p. 605).

J. B. Trask. On the direction and velocity of the earthquake in California of January 9, 1857. Silliman J. (2) XXV. 146-148.

Die Reihe von Erdstöfsen, welche in der Nacht vom 8. auf 9. Januar 1857 begann und im südlichen Theile von Californien

noch bis in die Nacht auf den 10. anhielt, war eine der heftigsten seit 1854. Die Längenerstreckung der erschütterten Gegenden beträgt 602, die Breite 290 Miles. Die Städte in den östlichen Bergen wie Mariposa und Downieville wurden nicht von den Stöfsen betroffen, welche die Erdbewegung einer westlich von der Küste entstandenen Erschütterung zu sein scheinen. Sie schritt demnach von Westen nach Osten vor und der Stofs um 8 Uhr früh legte, berechnet nach seinem Eintritt in S. Francisco, Sacramento (nordöstlich von S. Francisco), Stockton (östlich von S. Francisco), Tejou und S. Diego (südöstlich von S. Francisco) im Mittel 6,2 Miles in der Minute zurück, eine Zahl, welche mit der von Bache für die Erdbebenwelle von Simoda bis S. Diego gefundenen (355 bis 363 Miles in der Stunde (s. Berl. Ber. 1856. p. 734) übereinstimmt. Die ersten Stöfse wurden in S. Francisco früher bemerkt, als an irgend einem anderen Punkte südlich oder nördlich.

Reich. Nachricht über einen Erdstofs. (Freiberger) Jahrb. f. d. Berg- und Hüttenmann 1858. p. 224-225†.

Am 7. Juni 1857, $3^h\ 3'\ 19''$ Nachmittags, wurde in Freiberg (Sachsen) ein Erdstofs, verbunden mit einem dröhnenden, kurze Zeit anhaltenden Geräusch, bemerkt. Dem ersten stärkeren Stofs folgte kurz darauf ein zweiter weit schwächerer. Da die Erscheinung auf einen Sonntag fiel, wurde sie in den Gruben nur in einem einzigen Falle wahrgenommen.

---

de Castelnau. Sécousses de tremblements de terre ressenties dans la ville du Cap. C. R. XLVI. 247-248.

Boussingault. Remarques au sujet de cette communication. C. R. XLVI. 248-249.

Am 14. August 1857, Nachts $11^h\ 30'$, empfand man in der Capstadt, wo Erdstöfse selten sind, zwei ziemlich heftige Erdstöfse, von je 10 Secunden Dauer, von welchen der zweite der stärkere war. Ein bedeutendes Getöse ging ihnen voraus, und ihre Richtung scheint dem Meridian gefolgt zu sein. Sie er-

streckten sich 200 Meilen nördlich und 400 Meilen östlich. Auf den Schiffen in der Tafelbay empfand man einen ziemlich heftigen Stofs, und auf offnem Meere 100 Meilen vom Cap in 36°30′ Breite und 18° 50′ östl. Länge bemerkte man bei vollkommner Windstille ein plötzliches Unruhigwerden der See.

Zu der Bemerkung, dafs bei dem Erdbeben die Thiere unruhig wurden, fügt Hr. Boussingault hinzu, dafs er bei einem sehr heftigen Erdbeben in Südamerika die Thiere sich ganz indifferent verhalten sah.

Earthquakes. Silliman J. (2) XXV. 136-136.

Früh 4 Uhr am 8. October 1857 empfand man in St. Louis, Missouri einen Erdstofs, 7 Minuten später einen zweiten; beide wurden auch in Springfield, Illinois und an anderen Orten bemerkt. In Centralia, Illinois fanden innerhalb 5 Minuten 3 Stöfse statt, von denen der erste der stärkste war. Am 23. October, 3 Uhr Nachmittags, fühlte man einen Erdstofs in Buffalo (New-York), der auch westlich im Staat Ohio in Dayton und Forestville bemerkt wurde. Am 19. December 1857, früh 9 Uhr, empfand man einen Erdstofs in Charleston, Südcarolina.

O. Prost. Note sur les vibrations du sol observées à Nice pendant l'hiver 1857-1858 et depuis. C. R. XLVII. 491-492.

Vor Mitte October 1857 (s. Berl. Ber. 1857. p. 610) bis zum 4. November wurden in Nizza keine Schwingungen des Bodens beobachtet; am 4. November waren sie sehr heftig, nahmen allmälig ab und traten verstärkt wieder auf vom 18. bis 22. November. Der 4. November entspricht einem heftigen Erdbeben in Meneggio am Comer-See, der 19. einem in Pontevedra und Lissabon, der 21. einem Erdstofs in Lissabon und Porto. Seitdem ist die Schwingung mit seltenen Pausen in Nizza permanent geblieben bis gegen Ende Februar 1858, im Mai und Juni war sie fast null, im Juli begann sie wieder; früh 2½ Uhr am 5. August fand ein leichter Erdstofs statt. In die Zeit vom 15. December 1857 bis Anfang Januar 1858, wo die Schwin-

gungen in Nizza besonders heftig waren, fallen folgende Erdstöfse: 14. December St.-Denis-du-Sig (Oran); 17. December Neapel und Apulien, Hernösand (Schweden); 20. December Agram (Croatien); 25. December St. Veit, Admont und Rosegg; vom 20. December bis 15. Januar 1858 Brussa; 11. Janur Martinique; 15. Januar Ratibor; 26. Januar Parma. Das Stofsgebiet war also in dieser Zeit sehr grofs. (Siehe weiter unten Boué, Schmidt u. s. w.)

C. West. On an earthquake in Western New-York. Silliman J. (2) XXVI. 177-182.

Am 23. October 1857, 3 Uhr Nachmittags, empfand man, begleitet von heftigem Getöse, im westlichen Theile des Staates Now-York ein Erdbeben, dessen Hauptstärke auf Buffalo und dessen Umgebung fiel. Die Erschütterung setzte sich in einer Linie Nordsüd fort, nördlich bis Port Hope, Nordseite des Ontario-Sees, südlich bis Warren, Pensylvania. Zu beiden Seiten dieser Linie hörte die Erschütterung bald auf, und zwar östlich bei Rochester und Hinsdale, westlich bei Hamilton, Canada, so dafs sie Torento nicht erreicht.

In Painesville, Ohio, am Eriesee, empfand man am 28. Februar 1857 einen heftigen Erdstofs, einen schwächeren am 16. April 1858, 6 Uhr früh.

Erdbeben und Vulcanausbrüche in Salvador und Nicaragua. Z. S. f. Erdk. (2) IV. 155-156†.

Am 6. November 1857 fand ein ziemlich heftiges Erdbeben nahe am See Ilopango statt, welches, von einem Berge an der Nordwestseite des Sees, südöstlich vom Vulcan von Salvador ausgehend, namentlich die Städte Cohutepeque und S. Vicente, sowie auch das 1854 zusammengefallene Salvador in Schrecken setzte. Die Stöfse verbreiteten sich wenig westwärts und dauerten bis zum 10. November fort.

Fast gleichzeitig gaben die Vulcane S. Miguel und Masaya Zeichen von Thätigkeit.

Ein Seebeben in der Nähe der Azoren. Petermann Mitth. 1858. p. 428-429†.

Am 25. November 1857 beobachtete im 39° 57′ nördl. Breite und 25° 50′ westl. Länge von Greenwich der Befehlshaber des brittischen Schooners Estremadura, W. Cook, $\frac{1}{4}$ Stunde lang das Aufsteigen von warmen Dämpfen aus dem in kochender Bewegung befindlichen Meer. Bekanntlich hat die Nachbarschaft der Azoren schon oft ähnliche Zeichen vulcanischer Thätigkeit geboten, z. B. das Aufsteigen von Sabrina am Westende von Santo Miguel am 13. Juni 1811.

A. Boué. Ueber die Erdbeben im December 1857, dann im Januar und Februar 1858. Wien. Ber. XXVIII. 321-325†.

— — Sécousses de tremblement de terre en Illyrie et en Carinthie vers la fin du décembre 1857. C. R. XLVI. 150-150.

Die Beobachtungen über die Erdbeben vom December 1857 bis Februar 1858 bestätigen nach dem Verfasser wieder die Ansicht, dafs Erschütterungen an gewissen Punkten viel leichter, und darum öfter empfunden werden, und zwar vorzüglich in solchen Gegenden, wo sich die am meisten von früher her gespaltenen oder in ihrer regelmäfsigen Schichtung am meisten gestörten Felsenpartien befinden. Die normale Richtung der Stöfse war immer Nordsüd oder Südnord, aber in den von Ost nach West sich erstreckenden Gebirgen wie in den Alpen verlängerten sich die lateralen Oscillationen oft von Ost nach West. Getöse und Detonation scheinen besonders in solchen Gegenden vorzukommen, wo tiefe Thäler nur den obersten Theil weit hinabreichender Spalten bilden. Der donnerartige Lärm und die Detonationen bei Erdbeben scheinen eher Gasentwickelungen als elektrischen Entladungen zugeschrieben werden zu können.

Die von December 1857 bis Februar 1858 gerüttelte Region liegt zwischen 10 bis 20° östl. L. v. Greenw., umfafst die Mittelmeer- und die östreichischen Länder, vor allem Illyrien, Kärnthen und Ungarn, so wie das westliche Gallizien. Ohne dafs die dazwischen liegenden Strecken betroffen wurden, traten die Erd-

beben wieder in Schweden auf, grade in der nördlichen Verlängerung der oben erwähnten Zone. In Hernösand in Schweden empfand man unter anderem am 11. December 1857 ein starkes Erdbeben.

Abramow. Ueber das Erdbeben von Semipalatinsk. Z. S. f. Erdk. (2) V. 168-172†.

Am 12. December 1857, 2 Uhr Nachmittags, fand in verschiedenen Gegenden der Provinz Semipalatinsk ein Erdbeben statt, dessen Richtung von Südost nach Nordwest ging. Die Erschütterungen scheinen östlich in der chinesischen Dschungarei 44° nördl. Breite und 108° östl. Länge begonnen zu haben, sie wurden noch im Gouvernement Tomsk in 51° 9′ 18″ nördl. Breite und 99° 59′ 58″ östl. Länge bemerkt. Meistens wurde vorher unterirdisches Getöse, aber keine besondere Aenderung in der Atmosphäre wahrgenommen. Bei der Stadt Ajagus (47° 50′ 8″ nördl. Breite und 97° 42′ 36″ östl. Länge) und den benachbarten Punkten scheint die Erschütterungslinie östlich vorbei gegangen zu sein.

Aus den beigefügten Angaben über Erdbeben in West- und Ostsibirien überhaupt geht hervor, dafs in Irkutsk von 1828 bis 1839 im Ganzen 18 Erdstöfse, aber 1834 und 1838 gar kein Erdstofs wahrgenommen wurde.

R. Battista. Il terremoto di Basilicata. Z. S. f. Erdk. (2) V. 85-86†.

Tremblement de terre du royaume de Naples. Cosmos XII. 3-3†.

Earthquake in Italy. Silliman J. (2) XXV. 280-283†.

Das Erdbeben in der Nacht auf den 17. December 1857 traf besonders die Städte Salerno, Pertosa, Polla, Potenza und zerstörte in den Provinzen Basilicata und Principato citeriore die Hälfte der Wohnungen. In der Stadt Neapel empfand man drei undulatorische Bewegungen (vergl. Berl. Ber. 1857. p. 595), von denen die zweite die stärkste und die dritte die schwächste

war. Mit den Intervallen dauerte doch das Phänomen 10 Minuten.

In der Basilicata nahm an mehreren Orten das Wasser in Quellen einen Monat vor dem Erdbeben ab, während es sich nach dem Erdbeben wieder vermehrte. Bei Tito trockneten die schwefel- und eisenhaltigen Quellen kurz vor dem Erdbeben aus und sprudelten nach demselben reichlich, aber trübe.

Bei Salandro nahm man einen Monat vor dem Erdbeben Gasausströmungen aus einem Wasserlauf wahr. In Bella bemerkte man eine halbe Stunde vor dem Erdbeben eine nach Schwefel riechende Exhalation und eine Feuererscheinung; nach dem Erdbeben war rings um eine 600 Moggien grofse Fläche eine 10 bis 20 Palmen tiefe und weite Spalte sichtbar. Fast überall hörte man vor den Erdstöfsen und zugleich mit ihnen heftiges Getöse.

Am 28. und 29. December 1857 empfand man in Potenza und Sala heftige Erdstöfse, denen viele schwächere folgten. Resina bei Neapel blieb am 29. December von 10 Uhr Abends bis 5 Uhr früh am 30. December in beständiger Schwingung, die auch in Neapel und Torre del Greco fühlbar war. Die See war aufserordentlich niedrig und blieb längere Zeit so. Am 1. Januar 1858 empfand man bei Polla drei Erdstöfse.

J. P. Lacaita. On the late earthquakes in Southern Italy. Proc. of Roy. Inst. Mai 1858.

Post. Wahrnehmung einer eigenthümlichen Störung der Galvanometer der Telegraphenstationen. Brix Z. S. 1858. p. 54-56†.

Auf der ganzen Linie von Berlin bis Frankfurt a. M. zeigten die Galvanometer der Telegraphenstationen vom 16. December Abends bis früh am 19. December 1857 ein unregelmäfsiges Nadelspiel, das bei den von Nord nach Süd gehenden Leitungen am auffallendsten war. Ob die Erscheinung in ursächlichem Zusammenhang mit den in diesen Tagen in Neapel und Würtemberg (18. December, 8¼ Uhr Abends) beobachteten Erdbeben

steht, wird sich nach den bisherigen Erfahrungen schwer entscheiden lassen.

C. Scarpellini. Su i terremoti avvenuti in Roma nell' anno 1858 relativemente alle fase lunari. Giorn. delle strade ferrate Anno II. No. 31.

Am 2. Februar 1858, 3 Uhr Morgens, bemerkte man in Rom einen undulatorischen, von nordnordwest nach südsüdost gerichteten Erdstofs und etwas später zwei sehr schwache; am 24. Mai, früh 3½ Uhr, einen von nordnordwest nach südost gerichteten und 6 Minuten später noch einen sehr schwachen Erdstofs. Am 25. Juli, 6 Uhr Abends, empfand man zwei von Nord nach Süd gerichtete undulatorische Erdstöfse; am 12. November, früh 5½ Uhr, einen undulatorischen, von Ost nach West gehenden Erdstofs; am 18. November, Abends 9 Uhr, eine leichte Schwingung des Bodens, ebenso am 29. November, 1 Uhr früh. Diese Angaben bestätigen nach Hrn. Scarpellini die von Perrey beobachtete Häufigkeit der Erdbeben in den Syzygien (s. Berl. Ber. 1853. p. 674 und 1854. p. 796).

Tremblements de terre en Algérie (février et mars 1858). C. R. XLVI. 515-515†, 589-590†.

Am 15. Februar 1858, 11 Uhr 25 Minuten früh, bemerkte man in Bathua (Algerien) ein heftiges, 10 Secunden anhaltendes, von Nordwest nach Südost gerichtetes Erdbeben, welches auch in Lambesa fühlbar war. In der Smala empfand man aufserdem noch drei Stöfse, und zwar 2 Uhr 30 Minuten Nachmittags, um Mitternacht und 3 Uhr 45 Minuten früh, am 16. Februar, von denen der letzte der stärkste war. Am 2. März, 10 Uhr Abends, empfand man in Oran einen leichten Erdstofs, am 9. März, Morgens zwischen 4 und 8 Uhr, drei Erdstöfse in Blidah, Milianah, Boufarick und Cherchel; am 9. März, zwischen 4½ und 5 Uhr, einen ziemlich heftigen Stofs in Algier; am 10., früh 5½ Uhr, ebendaselbst, einen von West nach Ost gerichteten Stofs, welchem 45 Minuten später ein zweiter heftigerer folgte.

Eine Naturerscheinung im baltischen Meer. Z. S. f. Erdk. (2) V. 163-164.

Am 15. Januar 1858 bemerkte Hr. Briancourt, dafs das Meerwasser um 2 Uhr 10 Minuten Nachmittags in den Bach Kertel der Insel Dagö stürzte, und das Niveau desselben um 2' 11" Par. hob. Nach 9 Minuten fiel das Wasser wieder, der Bach hatte an diesem Tage beinahe seinen höchsten Wasserstand erreicht. Um 2 Uhr 26 Minuten kam eine zweite stärkere Woge, hob das Wasser um 3' 4" und nach 15 Minuten ging das Wasser wieder auf seinen normalen Stand zurück. In Tiefenhafen und Hohenholm hob sich ebenfalls das Wasser um 3 bis 4 Fufs. Diese Erscheinung, nicht ohne guten Grund einer Erschütterung des Meeresbodens zugeschrieben, verdient Beachtung, wegen der nur 5½ Stunden später eingetretenen heftigen Erdbeben in Sillein (Ungarn) und Oberschlesien (s. p. 718).

M. Sadebeck. Ueber die in Schlesien am 15. Januar wahrgenommene Erschütterung. Jahresber. d. schles. Ges. 1858. p. 18-18.

— — Reisebericht über Sillein in Ungarn und das Erdbeben am 15. Januar 1858. Z. S. f. Erdk. (2) V. 122-133.

J. F. J. Schmidt. Erhebungen über das Erdbeben am 15. Januar 1858. Wien. Ber. XXIX. 237-238.

— — Untersuchungen über das Erdbeben vom 15. Januar 1858. Mitth. d. geogr. Ges. in Wien II. 131-202.

G. A. Kornhuber. Das Erdbeben vom 15. Januar 1858, besonders rücksichtlich seiner Verbreitung in Ungarn. Verh. d. Presb. Ver. 1858. 1. p. 23-54.

— — Erdbeben am 12. April. 1858. Verh. d. Presb. Ver. 1858. 1. p. 67-69.

J. Schütz. Wiederholte Erdstöfse aus Sillein. Verh. d. Presb. Ver. 1858. 2. p. 12-14.

L. H. Jeitteles. Die letzten Erdbeben in den Karpathen und Sudeten. Mitth. d. geogr. Ges. in Wien II. 59-63†; v. Leonhard u. Bronn 1858. p. 546-548, p. 809-809.

Kornhuber. Ueber Jeitteles Ansicht vom Silleiner Erdbeben. Verh. d. Presb. Ver. 1858. 1. p. 58-62.

Von der grofsen Reihe von Erschütterungen, welche seit Ende 1856 die östlichen, Mittelmeer- und Alpenländer getroffen haben, ist ein in weiter Erstreckung empfundenes centrales Erdbeben Gegenstand genauerer Untersuchungen geworden.

Hier folgen kurz die Hauptresultate:

Am 15. Januar 1858, Abends 8¼ Uhr, war die Umgegend von Sillein (Trentschin, Nordwest-Ungarn) der Mittelpunct eines heftigen Erdbebens, das überhaupt auf einem Flächenraum von 1425 geographischen Quadratmeilen bemerkt wurde. Der unregelmäfsig gestaltete, nach der Richtung nordwestlich bis südöstlich längere, daher eher einer Ellipse als einem Kreise vergleichbare Erschütterungsbezirk geht von Breslau, Hirschberg, Geiersberg (nördlich von Böhmisch Trüban), Lundenburg in einem nach Nordost convexen Bogen quer durch die kleinen Karpathen, südlich von Neustadt an der Wag, nach Gran, über Gàcs (Neograd) und Nagy-Rocze (grofs Rauschenbach, Gömör) nach Szent Miklós, dann quer durch die hohen Karpathen (Tatra) mit einem nach Westen convexen Bogen über Sandec, Tarnow, das Gebiet von Krakau umfassend, nordwestlich von Tarnowitz über Woischnik (Schlesien) und Kreuzberg bis nach Deutsch-Hammer bei Trebnitz. Aus dem Königreich Polen scheinen keine Berichte vorzuliegen.

Als Centrum des Erdbebens nimmt Schmidt die gegen 700 Toisen hohe Granitmasse des Mincow die nordöstliche Fortsetzung des Neutragebirges an, Sadebeck, die zwischen dem Mincow und Sillein gelegene Gegend. Ob der Wassermangel in den Brunnen mit dem Erdbeben in Verbindung steht, ist auch hier nicht zu entscheiden, dafs aber nach dem Erdbeben die Brunnen und Quellen zum Theil reichlicher, zum Theil trübe, zum Theil spärlicher flossen, steht fest. Die Erörterungen der Beziehungen der Blitze und Feuererscheinungen während des Erdbebens, und der Zustand der Atmosphäre um die Zeit desselben, welche man bei Schmidt findet, erlauben nicht, ein sicheres Urtheil zu fällen, ebensowenig die von Kornhuber betrachteten geotectonischen Verhältnisse. Dem Hauptstofs scheinen bei Sillein Getöse und lang-

same Hebungen vorausgegangen zu sein, später ging bestimmt den einzelnen Stöfsen im Gebiet von Sillein unterirdisches Getöse voraus, und eben da hörte man auch vorher einen pfeifenden, wimmernden Ton in der Luft. Die Richtung und Stärke der Erschütterungen weiset nach, dafs die grofse Nordwest- und Südostaxe der centralen Ellipse, Sillein bis Sz. Marton, der Gegend der stärksten Wirkung, 3,5 Meilen, die kleine Nordost- und Südwestaxe 2,2 Meilen lang ist. In Sillein vernahm man zuerst das unterirdische Rollen, dann ein leises Zittern, dann lebhafte schaukelnde wellenförmige Bewegung, und zuletzt das gewaltige 5 bis 6 Secunden dauernde horizontale Rütteln, welchem schwache Stöfse und um Mitternacht eine starke Erschütterung mit orkanartigem Brausen folgten. Die in und um Sillein bis zum 24. Februar beobachteten schwächeren und stärkeren Erschütterungen scheinen aufserhalb der centralen Ellipse kaum oder gar nicht bemerkt zu sein.

Schmidt berechnet aus der Centralbewegung des Erdbebens bei Annahme gleichförmiger Geschwindigkeit eine Fortpflanzung von 122,57 Toisen $\pm$ 5,38 Toisen in der Secunde, also 1,9 Meilen in der Minute, Sadebeck von 24,6 Ruthen in der Secunde, also $\frac{3}{4}$ Meilen in der Minute, Jeitteles von 200 Fufs in der Secunde; zum Vergleiche kann die von Schmidt neu berechnete Geschwindigkeit des rheinischen Erdbebens vom 29. Juli 1846 dienen, welche 226,29 Toisen $\pm$ 6,57 Toisen beträgt bei einer Schüttenfläche von 3800 Quadratmeilen.

Am 17. Februar 1858, Abends $6\frac{1}{4}$ Uhr, bemerkte man in Kaschau und Umgegend einen deutlichen Erdstofs, während man dort den Hauptstofs am 15. Januar nicht beobachtet hatte.

Am 13. October 1858, 10 Uhr Abends, und 4 Uhr früh am 14. October empfand man in Sillein wiederum Schwingungen, am 24. October, 4 Uhr 15 Minuten Nachmittags, in Sillein und Umgegend hörte man starkes unterirdisches Getöse, welchem ziemlich bemerkbare, von Südost nach Nordwest sich fortpflanzende Oscillationen folgten.

In den angeführten Aufsätzen ist aufserdem eine reiche Litteratur über ältere Erdbeben in Ungarn, sowie über Erdbeben überhaupt, aus den Jahren 1856 bis 1858 enthalten, namentlich

auch über die Erdbeben in Josephsthal bei Litschau (Nordwestecke von Unterösterreich) und über die Erdbeben im Böhmerwald am 24. April 1858.

Nach Jeitteles wäre das Erdbeben durch Zusammenbruch der Kalkmassen der Umgebung des Mincow erfolgt. Die dafür angeführten Gründe sind, wie Kornhuber nachweist, unzulässig. Nun ist die Theorie, dafs auch grofse Trockenheit derartige Ereignisse hervorrufen können, weil dadurch der hydrostatische Druck aufgehoben werde, der vor der Austrocknung der zahllosen Quelladern die zerklüfteten Gesteinsmassen zusammenhielt. Kornhuber führt eine Reihe von Gründen gegen die Ansicht von Jeitteles an.

Vicat. Tremblement de terre à Grenoble. C.R.XLVI.764-764†

Früh 4 Uhr am 12. April 1858 bemerkte man in Grenoble einen Erdstofs. Weiteres ist nicht angegeben.

Burkart. Das Erdbeben in Mexiko am 19. Juni 1858. v. Leonhard u. Bronn 1858. p. 726-726†.

Bei der starken Bodenbebung, welche die Hauptstadt Mexiko sowie die südlich und westlich gelegenen Gegenden der Hochebene von Mexiko und Morelia (Mechoacan) heimsuchte, machte sich eine früher dort wenig gespürte, wellenförmige Bewegung mit kurzen stofsenden Absätzen bemerkbar. Das Erdbeben am 19. Juni 1858 begann 9 Uhr 17 Minuten früh mit Oscillationen von Ostsüdost nach Westnordwest, welche 45 Secunden schwach andauerten, dann kamen 5 Secunden lang einige zitternde Stöfse, dann 65 Secunden jene erwähnte stofsende Bewegung, von unterirdischem Donner begleitet, und von Nord nach Süd gerichtet. Die Richtung ging dann in Ostwest über und dauerte 35 Secunden lang in schwachen Stöfsen fort. Ohne Zweifel ging das Erdbeben vom Jorullo aus, da in seiner Nachbarschaft grofse Verheerungen statt hatten. Ob der Jorullo neue vulcanische Thätigkeit zeige, war nicht bekannt.

DE MONTFORT. Tremblement de terre de Biarritz. Cosmos XIII. 700-701.

Am 29. November 1858, 1 Uhr 10 Minuten Nachmittags, bemerkte man in Biarritz drei von Nord nach Süd gehende Bodenschwankungen. Dasselbe bemerkte man in Bayonne, Anglez, St. Palais, St.-Jean-Pied-de-Port.

Roth.

Namen- und Capitelregister.[1])

[1]) Ueber die mit einem (*) bezeichneten Artikel ist kein Bericht erstattet.

Verzeichnifs der Herren, welche für den vorliegenden Band Berichte geliefert haben.

Herr Dr. Aronhold in Berlin. (*Ad.*)
- Professor Dr. Beetz in Erlangen. (*Bz.*)
- Oberlehrer Dr. Bertram in Berlin. (*Bt.*)
- Gymnasiallehrer Burckhardt in Basel. (*Bu.*)
- Dr. Franz in Berlin. (*Fr.*)
- Dr. Hagen in Berlin. (*Hg.*)
- Dr. Iochmann in Berlin. (*Im.*)
- Professor Dr. Kuhn in München. (*Ku.*)
- Professor Dr. Lamont in München. (*La.*)
- Dr. Neumann in Halle. (*N.*)
- Dr. Paalzow in Berlin. (*P.*)
- Dr. Quincke in Berlin. (*Q.*)
- Professor Dr. Radicke in Bonn. (*Rd.*)
- Professor Dr. Roeber in Berlin. (*Rb.*)
- Dr. Rosenthal in Berlin. (Elektrophysiologie.)
- Dr. Roth in Berlin. (Physikalische Geographie.)
- Dr. Vettin in Berlin. (*V.*)
- Dr. Wilhelmy in Berlin. (*Wi.*)

Berichtigungen.

Berl. Ber. 1857.

Seite XXXVII.	Zeile 20	von oben	l. Dr. Roth statt Dr. Bath.	
- 537	Zeile 11	von oben	l. Beobachtungsnetz statt Beobachungsgesetz.	
- 539	- 1	- unten	l. Dr. Roth statt Dr. Bath.	

Berl. Ber. 1858.

- 329	- 14	- oben	l. Nullpunkt statt Mittelpunkt.
- 345	- 16	- oben	l. Calorien statt Calorimeter.
- 348	- 8	- unten	l. Elektromotors statt Elektrometers.
- 349	- 16	- oben	l. mit einer statt auf einer.
- 523	- 8	- unten	l. ein neues statt das.
- 548	- 11	- oben	schalte ein nach Thätigkeit „gerathen, welche".
- 550	- 6	- unten	l. elektrotonischen statt elektrischen.

